

3•2024

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



КУХОННЫЙ ТАЙМЕР



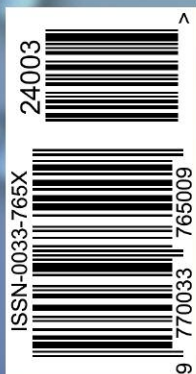
УКВ-ПРИЁМНИК RADIOFIX



ИГРУШКА-ТАНКЕТКА

- Дроссели для ИИП
- Доработка стиральной машины
- Шифратор и дешифратор СДУ
- Стабилизатор напряжения ЛБП

...и ещё 6 конструкций



3
2024

57-Я ЯРМАРКА РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ ПЕСКАРЫ

Лука КЛЭРИ (IW7EEQ), г. Таранто, Италия

(см. статью на с. 51)

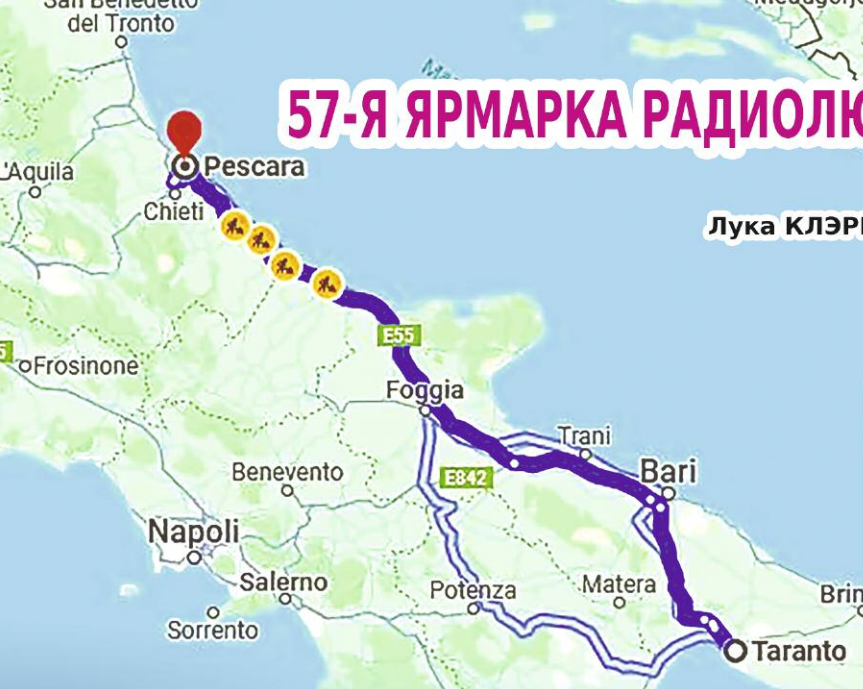


Фото13



Фото15



Фото14



Фото12

22³¹
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. CES'2024: искусственный интеллект — уже везде 4

РАДИОПРИЁМ 7

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 7
М. ТКАЧУК. Встраиваемый УКВ-приёмник Radiofix 9

ЗВУКОТЕХНИКА 13

Д. ПАНКРАТЬЕВ. Высококачественные цифровые источники звука 13
С. МИШЕНКОВ. Беседы о звуке 19
А. КУЗЬМИНОВ. Усовершенствованный УМЗЧ на основе двух LM4780TA в мостовом включении 25

ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 33

С. БОГАТЕНКОВ. Торговые знаки заводов-изготовителей радиоламп СССР и России 33

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 35

С. СЕМИХАТСКИЙ. Регулируемый стабилизатор напряжения/тока для лабораторного блока питания 35
С. БИРЮКОВ. Дроссели для импульсных источников питания на ферритовых Ш-образных магнитопроводах. 38

РЕМОНТ 40

Е. ГЕРАСИМОВ. Доработка стиральной машины Samsung 40

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 42

О. ИЛЬИН. Шифратор и дешифратор пропорционально-дискретных команд для многоканальной системы дистанционного управления моделями 42

ИЗМЕРЕНИЯ 48

С. СИДОРЕНКО. Усовершенствование частотомера на Arduino pro mini (ATmega168) 48

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 50

Наша консультация 50

"РАДИО" — О СВЯЗИ 51

Л. КЛЭРИ. 57-я ярмарка радиолюбителей Пескары 51
М. КАВЕРИН. Анатолий Васильевич Кершаков, или снова о КУБ-4 53
Мемориал "Память" — 2023 55
Л. ПУЗАНКОВ. Космические связи радиостанции Симферопольского колледжа радиоэлектроники 57

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 59

В. КИБА. Кухонный таймер. 59
Д. МАМИЧЕВ. Игрушка-танкетка на колёсах Mecanum. 61
Р. СЕРГЕЕНКО. Викторина "Микрокомпьютеры Orange Pi" 63

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 12).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 12, 55, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке.

- Встраиваемый УКВ-приёмник Radiofix (см. статью на с. 9).
- Кухонный таймер (см. статью на с. 59).
- Игрушка-танкетка на колёсах Mecanum (см. статью на с. 61).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**"РИСУЕМ" НА СЕНСОРНОМ ДИСПЛЕЕ
БП НАКАЛА СТЕРЖНЕВЫХ ЛАМП
ИМПУЛЬСНЫЙ ПАЯЛЬНИК
АНТЕННЫЙ L-ТЮНЕР**



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. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

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 24.02.2024 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 последст-
вия использования опубликованных материалов, но принимает меры по ис-
ключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в из-
вестность автора. При этом редакция получает исключительное право на
распространение принятого произведения, включая его публикации в жур-
нале «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 мес-
те без предварительного письменного согласия редакции.

В перепику редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не воз-
вращаются.

© 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. 01245-24 .

NNUI 4ab2b79174c5e1911e70849ef37f7cef



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

www.drweb.com

Бесплатный номер
службы поддержки
в России:

8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

РИНЕТ
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:

+7(495)981-4571

E-mail:

info@rinet.ru

Сайт:

www.rinet.ru

CES 2024: искусственный интеллект — уже везде

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

*"Люди беспокоятся, что компьютеры ста-
нут слишком умными и захватят мир, но
настоящая проблема в том, что они слишком
глупы и уже захватили мир".*

Педро Домингос

В этом году CES — крупнейшее мероприятие в сфере тех-
нологий и одна из старейших технологических выставок
в мире, проходящая в Лас-Вегасе (штат Невада), — отмеча-
ет своё 100-летие. В 2024 г. в ней приняли участие более
4000 компаний, 1193 из США, 1115 из Китая, 774 из Южной
Кореи, 201 из Франции и др.

Искусственный интеллект (ИИ) стал главной темой
CES 2024, потому что "поселился" теперь буквально везде.
Ещё одна трендовая технология на базе ИИ — робототехни-
ка. Посетители выставки видели домашних помощников,
которые могут следить за вашими домашними животными,
газонокосилки, которые могут настраивать схемы стрижки,
и робота-доставщика, который может подниматься по лест-
нице. Роботов-пылесосов, газонокосилок, швабр и бытовых
техники было достаточно, и вам вообще было бы трудно
найти что-либо без ИИ.

Прежде всего, крупнейшие разработчики микропроцес-
соров — Intel, AMD и NVIDIA представили свои новые чипы,
подчёркивая, насколько они хороши в работе с ИИ. И они
вправду хороши...

Практически ни один анонс в мире компьютеров не обо-
дится без этой модной аббревиатуры — ИИ. Автогигант
VAG, выпускающий автомобили под брендами Volkswagen,
Audi, SEAT, Skoda, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche,
Scania, MAN, представил электромобиль Volkswagen ID7
сразу с двумя голосовыми помощниками на базе ИИ. Более
простой ИИ — Ida отвечает на вопросы о состоянии автомо-
биля, а более сложные вопросы, включая навигацию и "раз-
говоры за жизнь", — "работа" ChatGPT.

Компания Mercedes-Benz представила мультимедиа с
вживлённым виртуальным ассистентом с машинным обуче-
нием. Он будет определять нюансы настроения водителя,
быстрее реагировать на голосовые запросы и строить
поездки с учётом графика хозяина, оперативно внося кор-
ректировки. Компания BMW навестила Лас-Вегас с автомо-
бильным инфокомплексом, в котором удалось совместить
ИИ и дополненную реальность.

Персональный робот-помощник Ballie от Samsung полу-
чил новый дизайн, встроенный проектор и, конечно, функ-
ции ИИ. Робот может вести себя буквально как домашний
питомец, ходить вокруг хозяина и подходить, когда его
позовут, и пр. Ballie имеет проектор, который может авто-
матически определять позу и угол наклона лиц людей в ком-
нате, что позволяет соответствующим образом регулиро-
вать угол проецирования контента. Отчасти это развлека-
тельное устройство, отчасти чат-бот и отчасти домашний

помощник, который может проецировать изображение на пол, стену или потолок, следуя за вами по дому, как потерявшийся щенок.

Rabbit R1 — идеальный голосовой помощник и, пожалуй, самый странный гаджет, который посетители CES окрестили "рацией с ИИ". С помощью последнего он управляет абсолютно любыми приложениями на смартфоне и ПК без поддержки со стороны разработчиков. Это коробочка размером примерно с половину современного смартфона с 2,88-дюймовым сенсорным экраном, камерой для фото и видео, одной кнопкой и колесом прокрутки для активации. Внутри размещён процессор MediaTek с частотой 2,3 ГГц, 4 Гб оперативной памяти и накопителем ёмкостью 128 Гб. Также есть слот для SIM-карты для доступа в Интернет. Стартап Rabbit заявляет, что в автономном режиме гаджет проработает весь день. В Rabbit R1 нет реальных приложений, есть только одна нейросетевая модель LAM (Large Action Model), подключаемая к аккаунтам пользователя в разных сервисах. Устройство действует по принципу "нажми и говори" и может запустить музыкальный плейлист, заказать такси, купить билет, продукты, забронировать номер в гостинице, переключить видео, открыть окно в браузере, запустить игру, не заботясь о совместимости с другими устройствами, и пр. Для полноценной работы не требуется устанавливать приложения. В общем, пользователю Rabbit R1 будет с кем поговорить.

Суть разработки корпорации NEC в том, что, посмотрев примерно минуту (от 10 до 60 с) в камеру смартфона, пользователь получит заключение, нормально ли он выглядит в плане здоровья или есть отклонения. Приложение оценит мускулатуру лица, зрачки, цвет кожи, содержание кислорода в крови. NEC намекает, что приложение сможет заранее понять предынсультное состояние. По сути, это натренированный ИИ, который, к примеру, можно "подружить" с камерами слежения. Понятно, что, скорее всего, сегодня качества изображения не хватит. Но в будущем такая камера сможет оценивать состояние проходящих мимо людей и в случае потенциальных проблем сигнализировать, что вот этот прохожий идёт в состоянии стресса, а вот этот готов наброситься на кого-нибудь. Лет через 30 подобные технологии могут стать обязательными.

Подушка для борьбы с храпом китайской компании DeRucci благодаря ИИ отслеживает сон пользователя по лёгким движениям и звукам, которые могут указывать на храп. Когда встроенный ИИ решит, что спящий храпит, подушка с помощью регулировки высоты меняет положение и угол наклона головы спящего, пока храп не прекратится. Создатели оценивают эффективность подушки в 89 %.

Разработка ТВ QLED-моделей от Samsung преобразовывает контент обычной чёткости в контент с разрешением 8K с помощью ИИ. Также ИИ помогает пользователю автоматически

переключать режимы телевизора и генерировать изображения.

Ездить и разговаривать со своим велосипедом — это не просто ездить. Разработчики теперь добавляют ИИ, а в частности ChatGPT, во всё, что движется и не движется. Вы можете обсудить с велосипедом новые маршруты, получить новую информацию о поездке и просто поболтать, если станет совсем скучно. Да и помимо этого функций в велосипеде не мало — GPS-навигация, 4G-связь, защита от краж, отслеживание маршрута, потоковая музыка и разблокировка по отпечатку пальца.

LG представила Smart Home AI Agent — маленький бот на двух ногах с ИИ, который катается по вашему дому и следит за вашей умной техникой, домашними животными и, естественно, вами. Он имеет встроенный голосовой помощник большой языковой модели, поэтому вы можете общаться с ним также, как и с голосом ChatGPT, и он может отслеживать ваше настроение. Подключённый через платформу умного дома LG ThinQ, он может управлять стиральными машинами, духовыми шкафами и даже холодильниками без посторонней помощи. Он использует машинное обучение, чтобы понять, как семья взаимодействует и использует устройства, и может выполнять анализ голоса и лица.

Очаровательный большеглазый автономный робот ORo от Ogm Robotics разработан как приятель вашей собаки, умеющий бросать мяч и выдавать еду в ваше отсутствие. ORo также может делать фотографии и видео вашего питомца во время игры, которыми вы можете поделиться в Интернете. Он также имеет встроенный дозатор для еды и автоматическую миску. Встроенный в ORo ИИ обучается, наблюдая за тем, как играет ваш питомец, чтобы вовремя включить музыку или бросать мяч, когда тот становится взволнованным или беспокойным.

Компания Intuition Robotics внедрила ИИ в своего робота-компаньона по уходу за пожилыми людьми ElliQ. Третье поколение бота, известное как ElliQ 3, предлагает своим пользователям наиболее увлекательные диалоги и включает в себя экран, полностью интегрированный в устройство. Встроенный процессор ИИ и увеличение объёма оперативной памяти упрощают использование, поскольку робот может обрабатывать разговоры на естественном языке. Генеративный ИИ позволяет более эффективно использовать информацию, которой пользователь делится с устройством, такой как любимые цвет, домашнее животное и религия. Он может ссылаться на эту информацию в беседах и выбирать действия на основе интересов пользователя.

У людей с ограниченными возможностями может появиться способ почувствовать себя более комфортно и естественно без неконтролируемых с их стороны раздражителей. На выставке была представлена перчатка GyroGlover, которая позволяет людям с тремором проще выполнять застёгивание рубашки, писать ручкой или пить из кружки.

ADAM — робот-бариста от компании Richtech Robotics, который может приготовить горячий или холодный кофе по 21 меню, а также подать холодный напиток или смешать коктейль. Двуручный робот принимает заказ на естественном языке, использует свои руки для приготовления напитка и даже моет посуду. Каждая рука может работать независимо для создания двух напитков одновременно и может быть настроена с помощью разных фраз в зависимости от варианта использования или компании.

Впрочем, и без ИИ на выставке было, на что посмотреть. Новые мониторы и телевизоры ещё немного подняли планку качества изображения. Чётко привлекло внимание большинства, так это прозрачные экраны Samsung и LG, которые поражают воображение. Многие говорят, что это нужно увидеть вживую, так как ни фото, ни видео не могут должным образом передать качество изображения.

Компания Samsung представила первую в мире линейку диодных прозрачных дисплеев, созданных по технологии MicroLED. Их особенность в том, что пиксели наносятся на бесшовную стеклянную поверхность с абсолютной прозрачностью, благодаря чему зрители могут увидеть то, что происходит за экраном. Толщина дисплея составляет примерно 1 см, что создаёт впечатление парящего в воздухе изображения, отличающегося высокой чёткостью. Корейцы утверждают, что работали над созданием специального модульного светодиода в течение последних шести лет. При этом сроков появления в продаже подобных устройств пока не называют.

Технология Transparent MicroLED допускает разные форм-факторы, что позволит покупателям настраивать прозрачные экраны под свои нужды. В частности, LG представила SIGNATURE OLED T — прозрачный телевизор с беспроводной передачей аудио- и видеосигнала. Смотреть его можно будет в двух режимах экрана — чёрном и прозрачном, также позволяющем передавать трёхмерные изображения, например, плавающих рыбок, падающих лепестков, космического пространства или толчи воды. По заявлению LG, встроенный в устройство новейший процессор Alpha 11 должен на 70 % повысить производительность обработки графики и на 30 % скорость обработки приложений операционной системой "умного" ТВ.

Об "обычном" непрозрачном OLED компания LG тоже не забывает. На выставке была представлена технология META 2.0 OLED. Версия 2.0 прошлой годней технологии META включает усовершенствованные массивы микролинз — теперь они называются MLA+. Линзы микронного размера — как глаз стрекозы, которые увеличивают угол обзора OLED-дисплеев до 160 градусов. Эти линзы (а в 83-дюймовом прототипе 4K LG Display их 42,4 миллиарда) в сочетании с новыми алгоритмами позволяют сделать OLED-экран на 42 % ярче, чем его предшественники.



У LG представлен и более впечатляющий экспонат из компиляции нескольких экранов высотой в дом. Конечно, сейчас эта технология больше видится в качестве рекламных билбордов или элементов декора в каких-нибудь торговых центрах. Выдающееся качество картинки сможет скрасить любой интерьер, например, если захочется завести аквариум с рыбками в доме, но ухаживать за ними нет особого желания.

Ещё одна любопытная технология Samsung, благодаря которой все любители 3D смогут наконец-то играть на компьютере в игры с 3D-эффектом и при этом даже не использовать специальные очки. Монитор Samsung использует встроенную систему отслеживания положения глаз и головы, и именно так он обеспечивает 3D-изображение, регулируя положение контента на экране в зависимости от положения глаз и головы пользователя.

В чисто геймерской серии смартфонов Asus ROG в восьмом поколении появился мощный набор камер — 50-мегапиксельная основная камера с 6-осевым гибридным стабилизатором, 32-мегапиксельный трёхкратный оптический зум и 13-мегапиксельный широкоугольный модуль. Внутри — процессор Snapdragon 8 Gen 3 и до 24 Гб оперативной памяти! Дисплей типа AMOLED LTPO поддерживает частоту обновления 165 Гц и яркость до 2500 нит в пике. Три модели серии ROG Phone 8, ROG Phone 8 Pro и ROG Phone 8 Pro Edition различаются внешне и объёмом оперативной памяти.

Необычной новинкой Samsung стал концептуальный смартфон Flex In & Out Flip, сенсорный дисплей которого может сгибаться в обе стороны, функционируя в качестве большого как внутреннего, так и внешнего экрана. Разработчики отмечают высокую прочность конструкции, позволяющей гаджету работать в экстремальных условиях вроде интервала температур от -20 до +60 °C, при погружении в воду или при попадании в песок.

Обновлённые решения анонсировали производители ноутбуков. К примеру, огромные 18-дюймовые игровые модели Titan от MSI с топовым "железом" внутри смотрятся мощно. А если хочется чего-то полегче, стоит присмотреться к новому трансформеру LG Gram Pro 2-in-1, попавшему в книгу рекордов Гиннеса. Этот 16-дюймовый трансформер при очень мощной начинке весит всего 1362 г.

ASUS представила первый в мире ноутбук с двумя 14-дюймовыми OLED-экранами Zenbook Duo. Как заявляет производитель, пользователи смогут решать с помощью двух экранов сразу много задач. В устройстве предусмотрены съёмная Bluetooth-клавиатура и встроенная подставка. Ноутбук оснащён процессором Intel Meteor Lake. Оба экрана сенсорные и смогут разворачиваться на 180 градусов, имеют разрешение 2880×1800 пикселей и частоту обновления 120 Гц.

Компания MSI представила приставку Claw A1M — ещё одно компактное

решение с поддержкой AAA-игр. Базовая версия будет оснащена накопителем на 512 Гб и процессором актуальной линейки Intel Core Ultra 5, а также самым большим в классе аккумулятором ёмкостью 53 Вт·ч, которого должно хватить на два часа автономной работы при пиковой нагрузке. Работать приставка будет под управлением Windows 11 с предустановленным приложением MSI Center M для быстрого запуска игр.

Lenovo Legion 9i и Legion Pro 7i — мощные игровые ноутбуки с процессорами до Core i9 14900HX и видеокартами NVIDIA GeForce RTX 4090. С таким арсеналом можно обойтись без модного нейропроцессора (NPU). Современный Core i9 без NPU на борту смотрится тут более чем логично. Тем не менее, компания снабдила эти модели фирменным чипом AI (ИИ) LA3-P, который автоматически регулирует мощность процессора и видеокарты в зависимости от задач. Также этот чип обеспечивает синхронизацию звука Lightning Audio и RGB-подсветки ноутбука для усиления эффекта погружения.

Приз за оригинальность конструкции можно дать Lenovo ThinkBook Plus Gen 5, которому даже название неспроста придумать! Снизу — "половинка" ноутбука с Windows внутри, а сверху в качестве экрана — планшет на Android. Планшет можно использовать отдельно и абсолютно автономно. Он также может служить беспроводным монитором или интерактивным экраном для рукописного ввода или рисования пером. Чтобы максимально упростить обмен файлами, на обоих устройствах есть гибридная папка, которая синхронизируется по беспроводной сети. Windows-ноутбук построен на процессоре Intel Core Ultra 7, а в Android-половинке спрятан Snapdragon 8+ Gen 1. Дисплей, естественно, OLED.

Хотите ноутбук с большим экраном, но при этом не желаете, чтобы кто-то мог увидеть, что происходит на его экране? Пришло время Sightful Spacetop, когда от ноутбука осталась только клавиатура, а вместо экрана очки дополненной реальности. Надели очки, увидели 100-дюймовый виртуальный дисплей и радостно сделали свои дела. Концепт, конечно, необычный, и неизвестно, удобно ли работать за таким ноутбуком долгое время.

AirVision M1 от Asus — это подключаемые к компьютеру очки с возможностью создания нескольких виртуальных экранов для одновременной работы над несколькими задачами. Можно взять работу в поездку, оставив дома громоздкий дисплей. В общем, это мечта трудоголика!

Около года назад Sony начала продажи новой игровой гарнитуры PlayStation VR2, а теперь японцы привезли прототип шлема расширенной реальности (XR), который позиционируется как "система создания расширенного контента". Устройство не для геймеров, а для разработчиков компьютерных игр, 3D-фильмов и контента в области промышленного дизайна. XR-гарнитура получила 4K OLED-дисплеи, процессор Qualcomm Snapdragon XR2+ Gen2, а

также собственную технологию, обеспечивающую "реалистичное отображение 3D-объектов с высоким разрешением в режиме реального времени". За управление отвечают два контроллера: указатель для наведения и специальное кольцо на палец для управления.

Практически все современные ноутбуки оснащены веб-камерой в верхней или нижней панели экрана. Правда, качество изображения порой оставляет желать лучшего. Поэтому Lenovo предлагает для своих ноутбуков ThinkBook 13X и 16P довольно массивную веб-камеру 4K Magic Bay, которая крепится к ноутбукам с помощью магнитов и имеет выход 4K HDR, угол обзора — 90 градусов, четырёхкратный оптический зум, два динамика мощностью 2 Вт. Со стороны это может выглядеть нелепо, но камера съёмная, к тому же она подключается через встроенные контакты в ноутбук, а не с помощью USB-кабелей. Съёмность камеры означает не только портативность, но и возможность заменить её другим устройством: вентилятором, микрофоном, небольшим ЖК-экраном или ароматизатором.

Большой шаг навстречу мечте о полной автономности сделала компания 3M с гарнитурой на солнечных батареях. Запатентованная технология предполагает преобразование от любого источника света, в том числе от света обычных ламп. Однако придётся ли хоть иногда отдельно подзарядить его аккумулятор с помощью станции или проводов, пока остаётся не совсем ясным.

Ещё одно периферийное устройство на солнечных батареях представила Lenovo с набором из клавиатуры и мыши. Устройство может заряжаться и за счёт механической энергии от нажатия клавиш. Те, кто любит яростно строчить ответные письма или комментарии, теперь могут не беспокоиться о разрядке аккумуляторов их устройств.

Очки ViXion01 от дочерней компании мирового оптического гиганта Noya работают с самой обычной реальностью. Их функция — выполнять фокусировку на объекте вместо человека. Они предназначены для людей, которым сложно сфокусировать взгляд из-за напряжения, старости или времени суток. Этаким автофокус для глаз.

Беспроводные головные телефоны Sennheiser Momentum Sport — это высокотехнологичный прибор с множеством функций, своего рода замена фитнес-браслету с встроенными датчиками сердечного ритма и температуры тела. Головные телефоны могут работать с Apple Health, Garmin Connect, Strava, Peloton и Polar Flow, но лишь с последним интегрируются полноценно. Сами они полукруглого типа, чтобы при занятиях спортом не возникало ощущения заложенных ушей. Предусмотрено активное шумоподавление.

Головные телефоны для экстремальных видов спорта представила компания Shokz. OpenSwim Pro — это улучшенная модель, сделанная на базе вышедшей в 2019 г. Xtrainerz. Кроме поддержки Bluetooth 5.3, в них есть 32 Гб встроенной памяти (смартфон-то

с собой в воду не возьмёшь), также заявлена влагозащита по классу IP68, а для передачи звука используется костная проводимость.

Нейротехнологии — это то, чем часто завораживают и чем пугают. Группа L'Oréal показала Scent-Sation — устройство для магазинов, которое может помогать покупателям в выборе наиболее подходящего аромата. Гаджет работает на основе нейробиологии, считывает нейронные реакции покупателя при взаимодействии с разными ароматами и предлагает наиболее приятные мозгу пользователя результаты. Подобное устройство в декабре 2021 г. внедрил входящий в L'Oréal парижский дом моды Yves Saint Laurent в своём магазине в Дубае.

Комиссия по атомным и альтернативным источникам энергии Франции (CEA) представила WImagine — технологию взаимодействия мозга и компьютера через имплант. За счёт активации нейронов спинного мозга он позволит восстановить подвижность и выполнять повседневные задачи людям с параличом ног. Данные, собранные имплантом с коры головного мозга, передаются по беспроводной сети на разьём, прикреплённый к спинному мозгу ниже парализующего очага. Если пациент подумает о ходьбе, сгенерированные устройством импульсы поступят на разьём, а оттуда на ноги. Как утверждает разработчик, в 2023 г. первый пациент с параличом нижних конечностей уже восстановил контроль над ходьбой благодаря этой технологии.

С помощью игрового контроллера от PS5 также можно дистанционно управлять электрокаром Afeela, разработанным Sony совместно с компанией Honda. Отличительной особенностью электромобиля станет комплекс из почти 50 камер и датчиков, отвечающих за автоматическое управление.

В основу двух однообъёмных концептуальных электрокаров компании Honda Saloon и Space-Hub легла новая платформа Honda с компактной электробатареей, которую можно зарядить с 15 % до 80 % всего за 15 мин. Это — собственная разработка японцев, никак не связанная с совместными разработками с General Motors.

Обладатель электрогрузовика PV5 от компании Kia может менять его внешний вид и функциональность за счёт дополнительных модулей — от бортового грузовика или фургона до пассажирского такси. Необходимый вариант надстройки стыкуется с шасси и стационарной кабиной с помощью механических защёлки и электромагнитов.

Компания Continental решила удивить дисплеем от Swarovski путём подмены традиционного дисплея куском ограниченного кристалла с microLED-технологией.

Компания Geely и производитель электроники BOE отметили двойную премьеру. 7 января на китайский рынок вышел пятиметровый электроседан Galaxy E8 с объёмом Mercedes-Benz EQS и динамикой Porsche Taycan GTS. А в Лас-Вегасе блеснула главная "фишка" интерьера китайской новинки — растянутый до 1,2 м в ширину OLED-экран, который объединяет в себе приборную панель, медиакomплекс и монитор для переднего пассажира. Причём в корпусе диагональю 45 дюймов заключён единый дисплей без швов и стыков, что, помимо всего прочего, экономит почти килограмм массы.

Если уж пошло такое дело, что всё везде становится умным, то почему не обратить внимание на крышку унитаза и не сделать её лучше? Шутки шутками, но её функционалу могут позавидовать многие: подогрев, встроенное биде, УФ-стерилизация поверхности, доводчик, предотвращающий хлопанье при

закрытии, и, разумеется, голосовой ассистент Google. Крышка может запомнить всех, кто ею пользуется, и сразу адаптировать под конкретного человека ранее выбранные им настройки. Главное — это подключить крышку к электропитанию и подаче воды. И не забудьте заплатить 2150 долл.

Разумеется, приведённое выше лишь часть представленного на CES 2024.

По материалам

https://news.rambler.ru/tech/52064098/?utm_content=news-media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink,

<https://applepro.news/vot-luchshie-novye-ustrojstva-s-ces-unveiled-2024/?ysclid=lr7glor4wr534898670>,

<https://mobile-review.com/all/articles/exhibition/10-neobychnyh-gadzhetov-i-tehnologij-s-ces-2024/>,

<https://involta.media/post/top-ii-tehnologiy-predstavlenyih-na-ces-2024>,

<https://www.theverge.com/23971966/ces-2024-news-announcements-products>,

<https://www.rbc.ru/life/news/659e91599a794722596e6bc1?ysclid=lr96xca4mi774315629>,

<https://www.rbc.ru/photoreport/10/01/2024/659e7e9f9a79471294361a34?from=copy>,

<https://www.ixbt.com/live/offtopic/vpechatleniya-ot-vystavki-ces-2024-gospodstvo-ii-i-priyatnye-plyushkiddlya-geymerv.html?ysclid=lrjxt56gl345169891>,

<https://www.mvideo.ru/blog/pomogaem-razobratsya/samye-interesnye-novinki-s-vystavki-ces-2024?ysclid=lrjyt1949n13855451>

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

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

РОССИЯ

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Z" вещает в следующих населённых пунктах региона:

- Волоконовка, частота вещания — 88,1 МГц;
- Валуйки, частота вещания — 90 МГц;
- Борисовка, частота вещания — 90,1 МГц;
- Губкин, частота вещания — 91,7 МГц;
- Новый Оскол, частота вещания — 95,2 МГц;
- Ракитное, частота вещания — 97,2 МГц;

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

— Белгород, частота вещания — 105,2 МГц;

— Вейделевка, частота вещания — 105,7 МГц

(источник — URL: https://vk.com/radio.tv_31?w=wall-83427404_26668 (23.01.24)).

ДАГЕСТАН. В Махачкале на частоте 99 МГц началось вещание "Радио Искатель" (источник — URL: https://vk.com/radioiskatel?w=wall-97303258_27883 (23.01.24)).

ДНР. Радиостанции холдинга "Газпром-Медиа" (ГПМ) расширяют вещание в новых регионах России. С 25 декабря 2023 г. жители Мариуполя могут услышать "Детское радио" (частота вещания — 105,8 МГц) и "Юмор FM" (частота вещания — 102,8 МГц). Мощность передатчиков — 1 кВт (источник — URL:

<https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34481> (23.01.24)).

1 января 2024 г. в Донецке на частоте 101,6 МГц начала вещание радиостанция ENERGY, входящая в состав ГПМ. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34561> (23.01.24)).

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ. В Чите на частоте 92 МГц начала вещание музыкально-познавательная радиостанция "Радио Искатель" (источник — URL: https://vk.com/radioiskatel?w=wall-97303258_27891 (23.01.24)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. С 11 января 2024 г. в Калуге на частоте 93,1 МГц стартовало вещание радиостанции "Комсомольская правда" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88060/ (23.01.24)).

КАРЕЛИЯ. С 1 января 2024 г. в Сортавале на частоте 101,9 МГц началось вещание радиостанции "Авторадио" (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34569> (23.01.24)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 1 января 2024 г. в Кемерово начало вещание на частоте 104,3 МГц радио "Вера" (источник — URL: https://vk.com/tvradio42?w=wall-201441304_335 (23.01.24)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. Молодёжная музыкальная радиостанция STUDIO 21 вновь будет вещать в Кирове. Частота вещания — 101,8 МГц. Радиостанция начала вещание 22 декабря 2017 г. в Тольятти, но уже летом 2018 г. радиостанция была доступна в 40 городах России (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18075> (23.01.24)).

КОМИ. С 18 декабря 2023 г. филиал РТРС РТГЦ Республики Коми в Сыктывкаре круглосуточно начал вещание "Детское радио" на частоте 92 МГц. Это стало возможным благодаря инвестиционной программе РТРС. Высота подвеса антенны — 132 м, мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: <https://komi.rtrs.ru/prof/live-broadcasting/radioveshchanie/> (23.01.24)).

Таким образом, УКВ-эфир Сыктывкара выглядит следующим образом:

- 88,3 МГц — "Вести ФМ";
- 90,4 МГц — "Шансон";
- 90,8 МГц — "Маяк";
- 91,6 МГц — "Радио России";
- 92 МГц — "Детское радио";
- 95,7 МГц — "Пи ФМ";
- 98,9 МГц — "Радио Дача";
- 99,3 МГц — "Звезда FM";
- 100,3 МГц — "Европа Плюс";
- 100,8 МГц — Comedy Radio;
- 101,3 МГц — "Радио нашего города";
- 101,8 МГц — "Авторadio";
- 102,3 МГц — Love Radio;
- 102,7 МГц — "Хит FM";
- 103,2 МГц — Di-FM;
- 103,8 МГц — "Радио Ретро";
- 104,2 МГц — "Радио Рекорд";
- 104,8 МГц — "Дорожное радио";
- 105,2 МГц — "Русское радио";
- 105,6 МГц — "Мир".

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. С 18 декабря 2023 г. в Анапе на частоте 105,9 МГц начала своё вещание радиостанция "Авторadio" (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?w=wall-206132844_1595 (23.01.24)).

В Сочи с 20 декабря 2023 г. на частоте 98,1 МГц начало свою работу "Детское радио". Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34406> (23.01.24)).

Жители Армавира с 2024 г. могут слушать "Дорожное радио" на новой частоте 98,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?w=wall-206132844_1617 (23.01.24)).

МОСКВА. По всей России переоформили лицензию на радио "Книга", которое останется только в Москве. Теперь планируется радиостанция "Гордость". Радиоканал с этим названием зарегистрирован в июне 2023 г. также от ООО "Дом музыки" <<https://rkn.gov.ru/mass-communications/reestr/media/?id=977331>>. В октябре на это же юридическое лицо зарегистрировано электронное СМИ радио-гордость.рф <<https://rkn.gov.ru/mass-communications/reestr/media/?id=992472>>. По ссылке на этот

домен пока ничего нет. 40 % времени, согласно концепции лицензии, составит культурное и информационное вещание, 60 % — музыкальные программы (источник — URL: https://vk.com/radio_i_tv?w=wall-208243619_3119 (23.01.24)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС Нижегородский ОРТПЦ начал УКВ-трансляцию радио "Орфей" в Нижнем Новгороде с 1 января 2024 г. Радиостанция вещает на частоте 88,8 МГц ежедневно, круглосуточно (источник — URL: <https://nnovgorod.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachnet-translyatsiyu-radio-orfey-v-nizhnem-novgorode-1-yanvaryu/> (23.01.24)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. В конце 2023 г. радиостанция "Приморская волна" начала своё вещание в г. Находке на новой частоте 87,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14486%2Fall (23.01.24)).

"Новое радио" на частоте 103,9 МГц возобновило свою работу, но уже не из Партизанска, а из Находки. Медиахолдинг MediaVil в сентябре запланировал перенос передающего оборудования на башню ПАО МТС на мысе Астафьева (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14487%2Fall (23.01.24)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. 1 января 2024 г. в Тольятти на частоте 104,4 МГц состоялся запуск радиостанции Like FM (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34556> (23.01.24)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Торги акциями ЗАО "Радиоконпания Культура" (радио "Эрмитаж") приостановлены по определению суда (источник — URL: <https://www.fontanka.ru/2023/12/27/73064039/> (23.01.24)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. С 1 января 2024 г. ровно в полночь в Пятигорске запущено вещание "Радио Максимум" вместо радиостанции "Серебряный Дождь". Частота вещания — 105,4 МГц (источник — URL: https://vk.com/public204049665?w=wall-204049665_1232 (23.01.24)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. В Когалыме на частоте 105,4 МГц началось вещание "Радио Шансон" (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11846.htm> (23.01.24)).

УДМУРТИЯ. Филиал РТРС Удмуртский РРТПЦ начал трансляцию "Радио Искатель" в Ижевске 25 декабря 2023 г. Вещание — ежедневное, круглосуточное на частоте 87,5 МГц (источник — URL: <https://udmurtiya.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/> (23.01.24)).

УЛЬЯНОВСКАЯ ОБЛ. "Радио Искатель" начало своё вещание в Ульяновске на частоте 94,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/radioiskatel?w=wall-97303258_27893 (23.01.24)).

ЯМАЛО-НЕНЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ. В Тарко-Сале начали вещание две новые радиостанции. 31 декабря 2023 г. началась трансляция "Юмор FM", частота вещания — 106,3 МГц и "Вести FM", частота вещания — 107,4 МГц (источник — URL: https://vk.com/public_puradm_89?w=wall-170589660_15596 (23.01.24)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АРМЕНИЯ. Национальная комиссия по телевидению и радио Армении лишила радио "Sputnik Армения" эфира на месяц. Армянская служба российского радиовещания на иностранных языках вещает на армянском языке в Армении в УКВ-диапазоне в Ереване — на частоте 106 МГц, в Гюмри — на частоте 90,1 МГц. Лишение эфира произошло посредством приостановления на 30 дней лицензии на радиовещание компании "Тоспа", которая ретранслирует в Армении радио "Sputnik Армения", сообщается на сайте регулятора (источник — URL: <https://obob.tv/glavnaya/komissiya-po-televideniyu-i-radio-armen/> (23.01.24)).

ИЗРАИЛЬ. Галей Цахаль (Волны ЦАХАЛА) — это радиостанция вооружённых сил страны — Армии обороны Израиля (ЦАХАЛ) с началом нового 2024 г. снова вещает на средних волнах сразу на двух частотах. Основная частота — 1287 кГц (мощность передатчика — 100 кВт), на которой станция прекратила вещание в 2005 г., и частота 945 кГц, на которой Галей Цахаль также вещала ранее.

Все эти неожиданно возобновившиеся средневолновые трансляции Галей Цахаль ведутся из передающего центра в городе Явне, находящегося недалеко от Тель-Авива. На данный момент радиостанция Галей Цахаль является единственным радиовещателем в Израиле, использующим средние волны. Другие вещатели от них отказались, так, например, государственное радиовещание этой страны ушло со средних волн примерно в 2012 г. (источник — URL: <https://obob.tv/sobytiya/izrail-vernulsya-na-srednie-volny/> (23.01.24)).

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. С 1 января 2024 г. ретрансляция "Радио России" на частоте 999 кГц через передатчик РВ-954 мощностью 1000 кВт будет осуществляться по новому расписанию — с 03:00 до 23:00 (источник — URL: https://vk.com/public158109176?w=wall-158109176_3518 (23.01.24)).

США. Производители молока, пшеницы, хлопка, сахара, кукурузы, риса и многих других продуктов ферм и ранчо в США выступают в поддержку федерального законодательства, которое требует наличия средневолнового радиоприёмника в новых транспортных средствах при чрезвычайных ситуациях. Национальная ассоциация вещателей обратила внимание на этот факт. В нём говорится, что у законопроекта 196 соавторов в Палате представителей и 44 — в Сенате. Доступ к радио становится ещё более важным для американских производителей во время ЧС (источник — URL: https://www.radioworld.com/news-and-business/headlines/ag-coalition-speaks-up-for-am-radio-bill?utm_term=61A8488F-378C-452E-8F94-297BD9C8BD3A&lrh=e7828940e8883fb637a576a1ffc8b423dade27c315fbda9193fb9a98b2415935&utm_campaign=0028F35E-226C-4B60-AC88-AB2831C8A639&utm_medium=email&utm_content=E5EED748-A253-46FD-9FA7-5DAADA966F67&utm_source=SmartBrief (23.01.24)).

ЧЕХИЯ. Radio Prague International представила новую коллекцию из четырёх QSL-карточек 2024 г., которые посвящены году чешской музыки. Так же меняется QSL-политика в правилах рассылки QSL-карточек. В ответ на электронные рапорты о приёме радиостанция будет отправлять электронные QSL-карточки. Печатную версию QSL получат лишь те радиослушатели, которые присылают свои рапорты о приёме по обычной почте (источник — URL: <https://ruski.radio.cz/kartochki-qsl-radio-praga-8699002> (23.01.24)).

ЯПОНИЯ. Коротковолновая радиослужба Shiohaze для граждан Японии, считающихся похищенными и находя-

щихся в Северной Корее, столкнулась с кризисом, поскольку она не сможет противостоять помехам со стороны Пхеньяна во время работ по обновлению объекта в 2024 финансовом году. Эта ситуация "противоречит политике правительства, придающей первоочередное внимание проблеме похищений", заявила группа, играющая ведущую роль в радиопередачах. Shiohaze означает "морской бриз", начал вещание в 2005 г. и в основном осуществлялся Комиссией по расследованию пропавших без вести японцев, вероятно, связанных с Северной Кореей. Служба передаёт сообщения от членов семей похищенных и новости из

Японии и из-за границы. Радио постоянно подвергается глушению сигналов из Северной Кореи. База передачи Shiohaze находится на передающей станции Ямата корпорации KDDI в Кобе, префектура Ибараки, восточная Япония. Число передатчиков на станции будет сокращено все два с нынешних семи, отчасти из-за устаревания объекта. Будет период, когда двойное вещание во время работы станет невозможно (источник — URL: <https://japannews.yomiuri.co.jp/society/general-news/20231231-158948/> (23.01.24)).

Хорошего приёма и 73!

Встраиваемый УКВ-приёмник Radiofix

М. ТКАЧУК, г. Алматы, Казахстан

УКВ-приёмник Radiofix, описание которого приводится далее, был разработан для встраивания и замены стандартного УКВ-блока в ретроприёмнике "Океан 209". Перестройка по частоте этого приёмника осуществляется с помощью сенсорного элемента, функция которого выполняет штатная металлическая пластина, вмонтированная в ручку для переноски. Внешний вид приёмника "Океан 209" при этом не изменяется. Основой приёмника является микросхема RDA5807FP, представляющая собой однокристалльный УКВ-тюнер, который содержит все необходимые узлы и требует лишь небольшого числа внешних компонентов. Управляет этой микросхемой микроконтроллер (МК) PIC12F675-I/P по шине I²C. В приёмнике применена фиксированная настройка на радиостанции УКВ-диапазона. Единственным органом управления приёмником является сенсорный элемент. Частоты радиостанций УКВ-диапазона, вещающих в данной местности, заносятся в память МК, и перестройка происходит перебором частот. Громкость устанавливается регулятором громкости приёмника "Океан 209".

Для качественной перестройки имеющегося в ретроприёмнике "Океан 209" УКВ-блока с диапазона OIRT (65,9...74 МГц) на диапазон CCIR (87,5...108 МГц) необходимы специализированные приборы и некоторый запас радиоэлементов. Довольно подробно процесс перестройки описан в [1]. Однако этот путь оказался довольно затратным по времени и ресурсам. Для поиска более простого метода внедрения диапазона CCIR были рассмотрены варианты, предлагаемые в

сети Интернет. Как известно, там имеется много разных схемных предложений. Это различные приёмники на дискретных элементах и микросхемах. Также в интернет-магазинах можно приобрести уже готовые модули. Широко распространены схемы УКВ-приёмников с управлением от модуля Arduino разной сложности и на любой вкус. Применение в конструкции Arduino было отклонено, ведь уже не приходится говорить о простоте приёмника. Кроме того, использование возможностей Arduino в упрощённом приёмнике является нерентабельным.

За основу предлагаемого приёмника Radiofix была взята информация из статьи [2]. Здесь управление приёмником осуществляет МК серии PIC12F675 — это широко распространённый бюджетный МК. Приёмный узел выполнен на микросхеме RDA5807FP, основные плюсы перечислены выше. Отображение принимаемых частот не реализовано.

Схема приёмника Radiofix показана на рис. 1. Номера контактов, к которым он подключается, соответствуют схеме приёмника "Океан 209", которая приведена в [3]. Особенность приёмника заключается в том, что общим проводом является контакт 20, — плюсовая линия питания приёмника "Океан 209". На схеме можно выделить четыре узла. Первый — управляемый понижающий модуль питания А1 [4] с выходным напряжением 3,3 В, который обеспечивает стабильным напряжением все элементы приёмника. Второй узел — обработчик сигнала сенсорного элемента на логических элементах DD1—DD3 микросхемы CD4093В [5]. Эти элементы содержат на входе триггеры Шмитта и выполнены по КМОП-технологии, по-

этому обладают высоким входным сопротивлением и низким энергопотреблением. Третий узел — управляющий МК DD2 [6], который по сигналу обработчика сигнала сенсорного элемента формирует по шине I²C команды для управления микросхемой DA1. В память МК записаны все частоты местных радиостанций. Четвёртый узел — собственно УКВ-тюнер на RDA5807FP [7].

Работает встроенный в "Океан 209" УКВ-приёмник в следующей последовательности. При включении электропитания "Океан 209" работает в диапазоне, который выбран барабанным переключателем. Допустим, переключатель установлен в положение "УКВ". Появившееся на контакте 9 напряжение -4,4 В приведёт к открытию транзистора VT1, который, в свою очередь, зашунтирует базу VT3 на общий вывод (контакт 20). Транзистор VT3 закроется и тем самым разрешит работу модуля питания. После инициализации МК DD2 передаст код частоты радиостанции в тюнер DA1. При включении всегда включается радиостанция, частота которой записана по умолчанию.

Сенсорная пластина подключена к выводам 1 и 2 (выходам) элемента DD1.1 через резистор R2. Стабилитрон VD1 является защитным, а резистор R3 создаёт низкий логический уровень. При касании сенсора рукой наведённое напряжение поступит на входы элемента DD1.1, на выходе которого появятся импульсы. Спад первого из них запустит одновибратор, выполненный на элементах DD1.2, DD1.3, C3, R9 и VD2. На его выходе (вывод 10 элемента DD1.3) установится низкий логический уровень на время, определяемое постоянной

При включении питания регистры принимают значения по умолчанию в соответствии с табл. 7 из [7]. Далее, от МК DD2 начинается передача фиксированного стартового адреса (строка 52). После каждой операции записи происходит инкремент внутреннего счётчика DA1, и очередная запись данных будет выполняться уже для следующего регистра. Так происходит до тех пор.

пока внутренний счётчик не дойдёт до границы записи, после этого он вернётся к своему начальному значению. В нашем случае данные передаются только в двух регистрах, это 02Н и 03Н, которых достаточно для работы Radiofix. Остальные регистры содержат данные по умолчанию, которые загружаются при включении.

Далее в строках 53, 54 передаётся значение для регистра 02Н, это шестнадцатеричное число 0xD005. Преобразовав это число в бинарный вид 0b110100000000101 и подставив в табл. 7 из [7], можем видеть, какие режимы включаются в приёмнике. Затем, в строках 55, 56 передаются данные для следующего регистра 03Н. Этот регистр ответствен за настройку полосы рабочих частот, шага перестройки, рабочего канала, на котором ведётся приём. То есть загруженные в этот регистр данные определяют частоту настройки приёмника.

После завершения передачи данных (строка 57) программа переходит в строке 59 в начало цикла. А далее в строке 61 имеется оператор, который контролирует команды от функции проверки состояния вывода 7 МК DD2. Если на этом выводе присутствует высокий уровень, программа начинает исполнять операторы ниже строки 61. В нашем случае здесь низкий уровень, и программа возвращается в цикл функции проверки и там ожидает прихода низкого уровня на выводе 7 МК DD2. Приёмник при этом работает на частоте, данные о которой были записаны в DA1 при включении (строки 55, 56).

Если теперь кратковременно прикоснуться к сенсорному датчику, одновибратор установит на выводе 7 МК DD2 низкий уровень. Программа после задержки (строка 27) возвращается с высоким уровнем в строку 61. Условие перехода программы выполнено, и она переходит в строку 63, **Chan** увеличивает своё значение на 1. Переменная **Chan** определена в файле **radiofix_header.h**, и ей присвоено значение 0.

Далее, в строке 64 присутствует оператор **switch** [12], предназначенный для организации выбора из множества различных вариантов того, который совпадает со значением **Chan**. В нашем случае будет выполняться **case 1** всё то, что содержится в фигурных скобках, это строки 67—73, которые похожи на ранее переданные строки 51—57, за исключением содержимого регистра 03Н. Тем самым приёмник будет настроен на другую радиостанцию. В строке 75 произойдёт выход из **case 1**, и выполняется строка 189, поэтому на выходе 6 МК DD2 появится высокий уровень, откроется транзистор VT2, и включится индикаторный светодиод,

указывающий, что настройка на новую радиостанцию выполнена. Далее в строке 190 введена задержка на 1,4 с, затем при выполнении строки 191 индикаторный светодиод выключается, и в строке 194 программа возвращается в начало цикла. Встретив в строке 61 низкий уровень, она уходит в циклическую функцию проверки состояния вывода 7 DD2 и ожидает следующего касания сенсорного элемента. Если такое произойдёт, запустится процесс, аналогичный первому касанию, только произойдёт передача данных из **case 2**, так как переменная **Chan** станет равной 2. Если касание к сенсору будет длительным, включится перебор **case**, это то же самое, что и перебор принимаемых частот радиостанций. Время между переключениями будет чуть более 1,4 с.

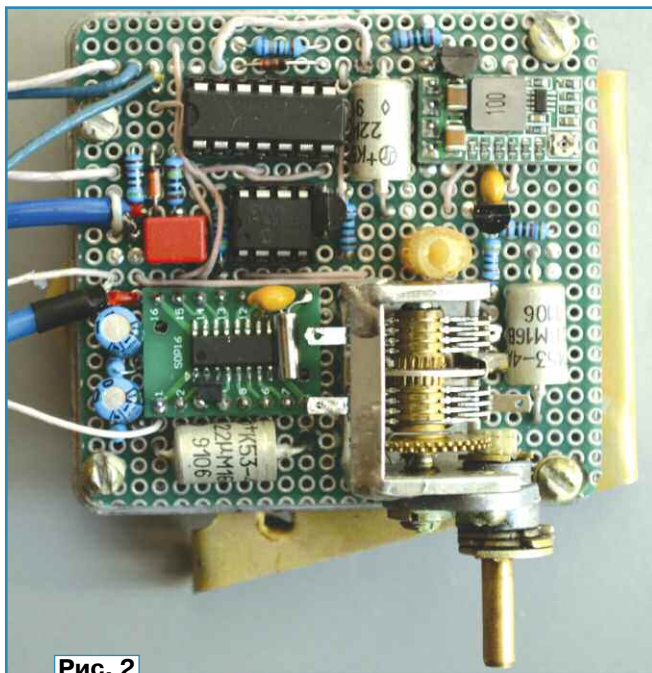


Рис. 2

Перед написанием новой (коррекции) программы должны быть известны частоты работы радиостанций УКВ-диапазона именно для данной местности. Для этого понадобится приёмник этого диапазона с цифровой индикацией. Изменению в программе подлежат значения регистров 03Н. Если есть необходимость в большем числе принимаемых радиостанций, их можно добавить аналогично имеющимся **case**, продолжив их нумерацию. На форуме [13] можно найти информацию о расчёте частоты принимаемой радиостанции. Для облегчения и автоматизации процесса расчёта новых приёмных частот составлены вспомогательные таблицы **Табл. 1.ods** и **Табл. 2.ods**, которые выполнены с помощью программы LibreOffice Calc.

В **Табл. 1.ods** приведён наглядный пример определения значения приёмной частоты в шестнадцатеричном виде для занесения в регистр 03Н МК. Имеются подробные пояснения. На основании этого примера составлена

Табл. 2.ods для автоматизированного расчёта значений приёмной частоты. Для вычислений используются встроенные функции программы LibreOffice Calc. Пользоваться таблицей очень просто. Во второй столбец вставляют численное значение частоты радиостанции, а в шестом получают код, который заносится в программу.

Для написания программы для МК DD2 с другими приёмными частотами создают новый проект в MPLAB X IDE. Выбирают МК PIC12F675, а для правильного отображения русских букв в пояснениях выбирают кодировку UTF-8. Расположение папок — по вашему усмотрению. После создания проекта в папке **Header Files** создают файлы **radiofix_header.c** и **radiofix_header.h**, а в папке **Source Files** — один файл **radiofixmain.c**. Затем в них вносят

содержимое аналогичных файлов, приложенных к данной статье. Далее вносят изменения только в файл **radiofixmain.c**, остальные корректировать нет необходимости. После внесения всех изменений, касающихся содержимого регистра 03Н, компилируют проект и загружают hex-файл в МК. В результате приёмник работает на новых внесённых частотах.

Встраиваемый приёмник Radiofix собран на макетной печатной плате с применением проводного монтажа, её внешний вид показан на **рис. 2**. Плата изготавливается строго по размеру платы УКВ-блока приёмника "Океан 209". Чтобы сохранить правильную работу верньерного устройства, на новую плату переносится конденсатор переменной ёмкости. О том, как правильно провести работу по демонтажу УКВ-блока, рассказано в [1]. Микросхемы DD1, DD2 установлены на плату через переходные панельки. Микросхема DA1 монтируется на переходной плате SOP16/DIP16. На выходах этой

платы смонтированы кварцевый резонатор ZQ1, катушка индуктивности L1 (для поверхностного монтажа) и не показанный на схеме блокировочный конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ, который подключён между выводами 10 и 11 микросхемы DA1. Сама переходная плата закреплена на макетной плате с помощью проволочных перемычек на небольшой высоте над ней. Аналогично смонтирован модуль питания A1. Не показанный на схеме индикаторный светодиод BL-L502 зелёного свечения подключается с помощью гибких проводов катодом к резистору R4, а анод — к контакту 20 приёмника "Океан 209". Сам светодиод с помощью термоклея крепится с левой стороны на основание шкалы так, чтобы не мешать перемещению указателя. Особых требований к остальным деталям приёмника не предъявляется. В качестве фильтрующих конденсаторов питания применены конденсаторы K53-4A, возможна замена на любые оксидные.

Для организации проволочного вывода от сенсорного датчика надо снять ручку для переноски. Сама металлическая пластина со стороны контакта с корпусом имеет загибы внутрь. На таком загибе ближе к краю и в стороне от центра сверлят отверстие диаметром 1,5 мм. С помощью соответствующих по диаметру винта, шайб и гайки крепится отрезок тонкого гибкого изолированного провода. Затем в деревянном корпусе с правой стороны приёмника "Океан 209" под узлом крепления проводника сверлят углубление 5 мм с помощью сверла диаметром 6 мм. Нужно проследить, чтобы углубление не выходило за размеры ручки, отметки которой хорошо видны на корпусе. После этого в углублении сверлят отверстие диаметром 2 мм для провода. Отверстие нужно сверлить с наклоном, чтобы не встретиться с металлическими элементами корпуса. Во время окончательной сборки вывод сенсорного элемента подключается к центральному проводу экранированного кабеля. Экран в этом месте никому не подключается.

Предварительную проверку собранного приёмника проводят без установки на своё место. При этом подбирают резистор R4, который влияет на яркость свечения индикаторного светодиода. От сопротивления резистора R12 зависит максимальная громкость УНЧ ретроприёмника, у которого конденсатор C96 должен быть удалён. При отсутствии ошибок в монтаже, программировании МК приёмник работает сразу.

Недостатком предложенного встраиваемого приёмника является невозможность оперативного изменения частот настроек, поскольку они фиксированы и занесены в память МК. Также отсутствует индикация частоты, что является неудобным. Применение сенсорного элемента, работающего за счёт наводок сети 50 Гц, вероятнее всего, приведёт к проблемам при работе в полевых условиях. Иногда возникали сбои работы сенсорного датчика при определённом положении сетевой вилки блока питания ретроприёмника в розетке. При смене фазировки вилки всё работает отлично. При работе от встроенной батареи также всё работает без сбоев.

Несмотря на указанные недостатки, получился несложный и качественный встраиваемый УКВ-приёмник. После его установки в "Океан 209" приём в УКВ-диапазоне стал без помех, не наблюдается ухода частоты. В результате работа приёмника стала более стабильной. Применение фиксированной настройки имеет свои положительные стороны, ускоряется время перестройки на станции. Ведь нет необходимости при настройке сканировать весь диапазон, на котором, кроме полезных сигналов, имеются помехи. Недостатки работы сенсорного датчика, вероятно, удастся решить путём доработки или замены трансформаторного блока питания "Океана 209". Да и работа с этим недостатком возможна, ведь "Океан 209" обычно устанавливают на определённом постоянном месте. При этом всегда имеется возможность подключения питающей вилки с определённой фазировкой к сети. Если всё же появится желание отказаться от сенсорного датчика, такая возможность имеется. Для этого удаляют микросхему DD1 и все её элементы обвязки. Между выводами 7 и 1 МК DD2 подключают подтягивающий резистор сопротивлением 10 кОм. Механическую кнопку с самовозвратом включают между выводами 7 и 8 МК. При управлении кнопкой работа приёмника Radiofix остаётся прежней.

Возможна адаптация этого приёмника для работы с другими ретроприёмниками. Построение этого УКВ-приёмника является хорошим стимулом к изучению основ радиоконструирования и программирования МК.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лохни Х.** Радиоприёмники семейства "Океан" и Selenia. УКВ-блок. — Радио, 2023, № 11, с. 9—19.
2. Три приёмника УКВ на RDA5807. 1. Простой УКВ ЧМ (FM) приёмник 76—108 МГц из 10 деталей. — URL: https://www.radiokot.ru/circuit/analog/receiv_transmit/41/ (25.01.2024).
3. **Кузнецов И., Кацман Е.** "Океан 209". — Радио, 1977, № 10, с. 36—38.
4. Понижающий модуль питания, мин-DC-DC от 12 до 24 В до 5 В 3 А, понижающий преобразователь напряжения, регулируемый 1,8 В, 2,5 В, 3,3 В, 5 В, 9 В, 12 В. — URL: https://aliexpress.ru/item/1005002065822127.html?spm=a2y2w.orderdetail.0.0.30de4aa6k7qEI7&sku_id=12000018615717858 (25.01.2024).
5. CD4093B Types. — URL: <https://www.promelec.ru/fs/sources/ae/a5/77/6f/969abfb48b1a5b2fed620866.pdf> (25.01.2024).
6. PIC12F629/675 Data Sheet. — URL: <https://www.evselectro.com/image/data/datasheet/pic12f675.pdf> (25.01.2024).
7. RDA5807FP. Single-Chip Broadcast FM Radio Tuner. — URL: <https://opendevices.ru/wp-content/uploads/2015/10/RDA5807FP.pdf> (25.01.2024).
8. Программное обеспечение I²C для микроконтроллера PIC. — URL: <https://tri-ih.blogspot.com/2012/11/software-i2c-for-pic-microcontroller.html> (25.01.2024).
9. PIC12F675 I²C (bit banging) code. — URL: <https://saedsolutions.blogspot.com/2012/11/pic12f675-i2c-bit-banging-code-proteus.html> (25.01.2024).
10. PIC. Урок 4. Кнопка. — URL: <https://narodstream.ru/pic-urok-4-knopka/> (25.01.2024).
11. Про Ардуино и не только. Радио на RDA5807M. Часть 1. — URL: <https://tsibrov.blogspot.com/2019/11/rda5807m-part1.html> (25.01.2024).
12. Обучение: Программирование на Си для PIC. switch-case-break (выбрать набор и выйти). — URL: https://www.labkit.ru/html/C_for_PIC?id=410 (25.01.2024).
13. Расчёт частоты приёма для RDA5807M. — URL: <https://www.radiokot.ru/forum/viewtopic.php?f=61&t=112746&sid=9731b79b6dfc1cd1d941b09786108f4f> (25.01.2024).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/ukw.zip> находятся файлы проекта и упомянутые в тексте таблицы.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

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

Занятия проводятся по электронной почте или с помощью программы Skype.

Обучение может быть направлено на решение стоящей перед вами задачи.

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

* * *

Интернет-магазин
"Радиодетали на Петропавловской!"
Мы стали ещё ближе к вам.
Заходите на Озон,
наше имя Гиперон.

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

* * *

Для Вас, радиолюбители!

Большой выбор отечественных компонентов, наборы, корпуса, материалы — наложенным платежом. Каталог по запросу.

426072, г. Ижевск, а/я 1333.

ИП Зиннатова Р. К.
rtc-prometej@yandex.ru
WhatsApp /тел. 8-912-443-11-24

Вышла в свет новая книга



**Новиков А. И.,
Пронькин А. В.**

Методы цифровой обработки изображений подстилающей поверхности. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 224 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1045-4

Представлены методы оценивания дисперсии

дискретного белого шума в составе цифрового изображения и модификация на этой основе нелинейного сигма-фильтра для подавления такого шума; предложен полностью автоматический метод фильтрации периодического шума; описан новый метод детектирования границ перепада яркости на основе векторных масок, имеющих определённые преимущества по сравнению с широко известным методом Кенни. Рассмотрены методы совмещения разнородных плоских изображений, а также методы сшивания облаков точек для формирования 3D изображения подстилающей поверхности в плоскости Земли.

Для специалистов в области систем технического зрения и цифровой обработки изображений, научных работников, аспирантов и студентов старших курсов вузов.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

Высококачественные цифровые источники звука

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Здесь уместно отдельно рассмотреть вопрос о сравнительных преимуществах принципиально различных методов беспроводной передачи аудиоданных с помощью Bluetooth или Wi-Fi. Начнём с того, что максимальная скорость передачи данных Bluetooth 5.0 составляет 1 Мб/с. Этого достаточно для передачи звука в CD-качестве при использовании сжатия данных без потерь (lossless) до 700 Кб/с. Но для передачи звука с качеством Hi-Res 96 кГц/24 бит необходима скорость уже около 4,5 Мб/с, а с учётом lossless-сжатия — более 2 Мб/с. Это вдвое превышает возможности Bluetooth. Казалось бы, исходя из этих простых соображений, вывод о целесообразности применения Wi-Fi для беспроводной передачи звука Hi-Res напрашивается однозначно. Но на практике дело обстоит не так просто [79]. Во-первых, в диапазоне 2,4 ГГц имеется не более 14 каналов передачи данных. С учётом того, что ширина канала составляет 22 МГц, это означает, что пересекаются сразу четыре соседних канала (два снизу от рабочей частоты и два сверху).

В диапазоне 5 ГГц число каналов увеличивается до 50, но непересекающихся всего 24. Bluetooth, работая в том же частотном диапазоне 2,4 ГГц, имеет 79 непересекающихся каналов шириной 1 МГц. Далее, благодаря применению технологии AFH (Adaptive Frequency Hopping), Bluetooth непрерывно отслеживает и, при необходимости, динамически переключает каналы с целью обеспечения устойчивости связи. В Wi-Fi смена канала при установленном соединении приводит к обрыву связи. Принцип формирования и передачи пакетов данных в рассматриваемых стандартах также различен. В случае пересечения каналов Wi-Fi передача пакетов в них организуется последовательно, и время задержки, обусловленное необходимостью ожидания свободного "окна", на практике может достигать 200 мс, что является достаточно критичным для передачи звука. Следует также учесть, что для передачи аудиоданных и доступа в сеть устройства как такового используется один адаптер, следовательно, данные разного рода обрабатываются поочерёдно, что приводит к снижению скорости их передачи и общему ухудшению стабильности связи. Всё это чревато не только проявлением джиттера, но и банальным пре-

рыванием звучания. И в завершение — среднее энергопотребление адаптеров Bluetooth и Wi-Fi в режимах ожидания и работы различается на порядок не в пользу последнего.

Решающим фактором в вопросе выбора технологии беспроводной передачи аудиоданных на текущий момент является появление кодеков LDAC [80] и LHDC [81], разработанных специально для Bluetooth. Более того, только эти два кода имеют официальные сертификаты Hi-Res Audio Wireless от Японского Аудио-сообщества (Japan Audio Society), выданные в 2019 г.

Актуальная версия LDAC обеспечивает передачу звука с параметрами 96 кГц/24 бит при скорости передачи до 990 Кб/с. Использование алгоритмов гибридного сжатия, основанных на методе MDCT (Modified discrete cosine transform), позволяет "уместить" поток данных с разрешением Hi-Res в полосу канала Bluetooth. Этот кодек свободно поддерживается ОС Android, начиная с версии 8.0. Кодек LHDC обеспечивает аналогичные параметры при скорости потока до 900 Кб/с. Он поддерживается ОС Android, начиная с версии 10.0.

Таким образом, применение беспроводной технологии Wi-Fi для передачи звука высокой чёткости (как, впрочем, и изображения) в реальных городских условиях может быть рекомендовано только при невысокой загруженности каналов передачи данных. В равной степени это касается распространённой системы передачи медиаданных Wi-Fi Direct. Для предварительной оценки обстановки в "эфире" и получения исходных данных для настройки оборудования Wi-Fi (в частности, выбора канала) рекомендуется воспользоваться специализированным программным обеспечением, например [82].

Для реализации полноценной поддержки Hi-Res при передаче через Bluetooth в ОС Android рекомендуется вручную выбрать кодек LDAC или LHDC в пункте меню **Настройки → Инструменты для разработчиков → Сети → Аудиокодек для передачи через Bluetooth** и включить следующий режим в том же разделе **Сети → Аудиокодек → LDAC → (LHDC) → Оптимизировать качество звука**. При этом звук будет постоянно передаваться с максимальным для выбранного кодека битрейтом. Естественно, приёмник Bluetooth тоже должен иметь поддержку выбранного кодека.

В общем случае для передачи звука высокой чёткости более предпочтитель-

ным представляется использование технологии UPnP через LAN (проводное соединение). К сожалению, плееров с поддержкой функции выбора UPnP рендерера "из коробки" крайне мало. Непревзойдённым в этом смысле является BubbleUPnP под ОС Android [83] для работы в беспроводных сетях Wi-Fi. Он распространяется в бесплатной и платных версиях. Внешне этот плеер весьма схож с AIMP; вид его главного окна показан на **рис. 41**.

Также выбор рендерера непосредственно в пользовательском интерфейсе поддерживают десктопные версии VLC. Функция доступна в пункте меню **Playback-Renderer**. В ОС Linux при этом должен быть установлен пакет GUPnP Tools для семейства Debian/Ubuntu [84]:



Рис. 41

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2024, № 1, 2

sudo apt install gupnp-tools или для семейства RedHat/ Fedora: **sudo dnf install gupnp-tools**.

При этом возможно непосредственное использование утилиты UPnP AV Control Point, входящей в состав этого пакета (рис. 42). Эта утилита имеет функцию воспроизведения содержимого выбранной папки, не имеет никаких функций обработки звука и с учётом крайне лаконичного интерфейса вполне соответствует идеологии Perfect bit.



Рис. 42

Наиболее актуальным вариантом обеспечения звука высокой чёткости на ПК по-прежнему следует признать использование файловых хранилищ, локальных либо сетевых с подключением через LAN.

Возвращаясь к рассмотрению Volumio и подобных систем и резюмируя вышесказанное, можно сказать, что такая реализация является чрезвычайно мощной, гибкой и прекрасно подходящей для высококачественного воспроизведения звука. Пожалуй, основным и, возможно, единственным недостатком можно признать абсолютно "узкую специализацию", т. е. принципиальную невозможность использовать одноплатный компьютер, работающий под управлением этой ОС, для решения другого круга задач, не связанных с функциями медиацентра. Конечно, никто не мешает создать и иметь под рукой набор загрузочных SD-карт с ОС для различного функционального назначения, однако при этом будет исключена возможность одновременного выполнения нескольких функций, например, программирования в среде NodeJS с использованием GPIO и работы медиасервера.

Поэтому следует признать актуальность и преимущество решения следующей задачи — собственной реализации медиасервера на основе одноплатного компьютера под управлением ОС Linux общего назначения. Далее будет подробно рассмотрена последовательность "ручного" создания медиасервера на платформе Orange Pi PC/OC Armbian/Music Player Daemon (MPD).

За основу реализации возьмём ОС, настроенную согласно инструкциям,

изложенным выше. Будем полагать, что ОС установлена, и подсистема ALSA настроена на использование всех желаемых типов звуковых карт с необходимыми параметрами. Следующим шагом следует установить собственно MPD. Делается это простой командой **sudo apt install mpd**. В процессе выполнения команды будет также установлен пакет свободных библиотек FFmpeg [85], который, в том числе, предоставляет набор кодеков и определяет

возможности работы системы с различными форматами и контейнерами медиафайлов. После установки необходимо убедиться в наличии демона **mpd** в системе, сконфигурировать его и перевести в разрешённое и активное состояние.

Для работы с демонами (сервисами или службами) в ОС Linux предусмотрен ряд специальных утилит. Прежде всего, это утилита **systemctl**, которая может быть запущена с командами **status**, **start**, **restart**, **stop**, **enable**, **disable** и др. и указанием имени демона в качестве параметра. Назначение команд очевидно. Например, в нашем случае можно воспользоваться командой **systemctl status mpd**, которая предоставит развёрнутые сведения о текущем состоянии демона **mpd**.

ВАЖНО! Управление демоном **mpd** выполняется от имени текущего пользователя, без использования префикса **sudo**.

Запустить его можно сразу после установки командой **systemctl start mpd**, однако запуск будет сопровождаться ошибками, так как не проведена начальная конфигурация. Параметры конфигурации могут храниться в файлах **~/mpdconf**, **~/mpd/mpd.conf** и **/etc/mpd.conf**. Система пытается считать их в указанной последовательности. Первые два файла предназначены для хранения пользовательских настроек, третий — для глобальных. Для обеспечения нормальной работы в большинстве случаев достаточно наличия только одного файла глобальных настроек **/etc/mpd.conf**. Конфигурация осуществляется путём его редактирования. Исходный файл **mpd.conf** снабжён достаточно подробными комментариями, поэтому далее приведён список только основных параметров, которые необходимо привести в актуальное состояние (в порядке следования по секциям файла **mpd.conf**) в соответствии с полной инструкцией на MPD [86] и кратким руководством [87]:

— **music_directory /media/Music** (секция **Files and directories**) — верхний уровень директории для размещения аудиофайлов. Если директория не указана или недоступна, будут обраба-

тываться только источники через сокеты (по протоколу **file://**) и потоки;

— **user opi** (секция **General music daemon options**) — имя пользователя, под которым запускается сервис. Указывается при необходимости смены пользователя при запуске сервиса. По умолчанию используется имя текущего пользователя;

— **bind-to-address 127.0.0.1** — важный параметр, который определяет, каким сетевым адресам и каким методом будет предоставлен доступ к управлению сервисом. Возможны варианты с указанием явных сетевых адресов или сокетов Unix (**/run/mpd/socket**). По умолчанию действует значение **any** (любой). В нашем случае указан локальный IP-адрес (**localhost**);

— **port 6600** — порт TCP, который будет прослушиваться на предмет обращения к сервису (указано значение по умолчанию);

— **restore_paused no** — этот параметр указывает, будет ли MPD запускаться в режиме продолжения воспроизведения (значение — **no**) или в режиме паузы (значение — **yes**);

— **auto_update yes** — разрешение функции обновления базы данных автоматически после изменения файлов в **music_directory**;

— **auto_update 3** — глубина сканирования директорий при автоматическом обновлении. Значение 0 ограничивает процесс только верхним уровнем. По умолчанию ограничение отсутствует;

— **follow_outside_symlinks yes** — определяет, будет ли MPD следовать по ссылкам на внешние хранилища из директории **music_directory**;

— **follow_inside_symlinks yes** — то же, внутри **music_directory**. По умолчанию значения обоих параметров — **yes**.

Особый интерес представляет секция **Audio Output**, в которой размещаются блоки параметров, определяющие типы и настройки используемых аудиоустройств. Исключительно удобной особенностью механизма воспроизведения MPD является то, что обращение к устройствам и их подключение производятся в соответствии с заданной в этой секции последовательностью блоков, независимо от номера устройства в системе. Таким образом удобно разместить, например, блоки параметров звуковых карт в следующем порядке: **USB; I2S; HDMI** и т. д., что позволит переключаться на следующее устройство в случае отсутствия текущего в системе. В качестве типа выхода может быть указан, в том числе, встроенный (**sndio**), **SPDIF**, поток **Ogg Vorbis** или встроенный стриминг-сервер **http**, файл в формате **Ogg** или **MP3** и другие, включая **null** ("заглушка"). Возможно одновременное воспроизведение через несколько устройств разного типа. На момент инициализации MPD все перечисленные устройства должны существовать и должны быть физически подключены. Примеры блоков для типов устройств: **USB; I2S; HDMI**, сконфигурированных для работы в подсистеме **ALSA**, показаны в табл. 2.

Содержимое параметров **device** (при необходимости **mixer_device**,

mixer_control, **mixer_index**) должно соответствовать системным значениям, определённым предварительно с помощью команды **aplay -l**. Для отключения неиспользуемого устройства достаточно полностью закомментировать соответствующий ему блок с помощью символов **#**.

Блоки описания устройств могут содержать также дополнительные параметры, такие как **bitrate** и **format**, в явном виде указывающие соответствующие параметры потока. Например, **format 44100:16:2** установит параметры 44,1 кГц/16 бит/2 канала. Любой из параметров может быть заменён символом ***** с целью сохранения исходного значения. Совместно с указанием вывода в аудиофайл это можно использовать для перекодирования. По умолчанию сохраняются исходные параметры.

Следующая секция нормализации громкости (**Normalization automatic volume adjustments**) содержит параметры:

— **replaygain off**, **album**, **track** или **auto** — режим выравнивания громкости в соответствии с тегами метаданных ReplayGain [88]. Следует иметь в виду, что эта технология предназначена именно для выравнивания среднего уровня мощности звука и отличается от функции нормализации по пиковым значениям;

— **replaygain_preamp 0** — уровень предусиления в режиме ReplayGain;

— **replaygain_missing_preamp "0"** — уровень предусиления для файлов, не имеющих тега ReplayGain;

— **volume normalization "no"** — включение нормализации громкости. По умолчанию все функции выравнивания громкости отключены.

По завершении основных настроек необходимо выполнить команду разрешения автозапуска демона MPD

sudo systemctl enable mpd.service.

И сразу проверим результат с помощью команды **sudo systemctl is-enabled**

mpd.service. После этого можно произвести перезагрузку, а можно запустить сервис вручную командой **sudo systemctl start mpd.service**. Текущее состояние сервиса в любой момент проверяется ранее упомянутой командой **sudo systemctl status mpd.service**. Вывод команды является непрерывным, для его прерывания следует воспользоваться стандартными комбинациями клавиш (Ctrl+C) или (Ctrl+Z). При необходимости полный список сервисов с указанием их статуса можно вывести с помощью команды **sudo systemctl list-unit-files**. Вывод списка можно отфильтровать по нужному критерию стандартным способом с помощью суффикса **grep**: например,

sudo systemctl list-unit-files | grep enabled

выведет список всех разрешённых демонов. Пример нормального статуса демона MPD показан на рис. 43.

Все сообщения о работе **mpd.service** выводятся в консоль и в лог-файл (отчёт), адрес которого указан в **mpd.conf** (по умолчанию **/var/log/mpd/mpd.log**). При возникновении ошибок следует проанализировать эти со-

загрузке ОС требуется отредактировать файл **/etc/fstab** [89], добавив в его конец следующую строку:

/dev/sdb1 /media auto defaults, nosuid,nofail 0 0.

При этом имя логического диска носителя должно соответствовать реальному имени в конкретной системе. Монтирование дисков можно осуществлять также по их уникальным идентификаторам UUID, что может оказаться удобнее при наличии нескольких носителей и/или их случайной перестановке в USB-портах, например

UUID=6e1f1d2e-e82b-441f-9af7-83a80c467e56 /media auto defaults, nosuid,nofail 0 0.

Символы шестнадцатичного кода в UUID должны быть представлены в нижнем регистре.

Параметры всех системных дисков, включая имена и идентификаторы UUID, можно определить с помощью стандартной команды **sudo fdisk -l** или **sudo blkid**.

В вышеприведённом примере, при наличии в корневом каталоге съёмного диска папки Music, её содержимое будет примонтировано в рабочую ди-

```
monolit@orangeipicplus:~$ sudo systemctl status mpd.service
● mpd.service - Music Player Daemon
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mpd.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Fri 2023-11-24 22:50:25 +05; 1min 2s ago
   TriggeredBy: ● mpd.socket
     Docs: man:mpd(1)
           man:mpd.conf(5)
           file:///usr/share/doc/mpd/html/user.html
   Main PID: 1070 (mpd)
     Tasks: 9 (limit: 2046)
    Memory: 50.3M
       CPU: 2.426s
   CGroup: /system.slice/mpd.service
           └─1070 /usr/bin/mpd --systemd

ноя 24 22:50:19 orangeipicplus systemd[1]: Starting Music Player Daemon...
ноя 24 22:50:25 orangeipicplus mpd[1070]: zeroconf: No global port, disabling zeroconf
ноя 24 22:50:25 orangeipicplus systemd[1]: Started Music Player Daemon.
```

Рис. 43

Таблица 2			
audio_output {	type	"alsa"	
	name	"USB audio device"	
	device	"hw:4,0" # optional	
	mixer_type	"none"	"hardware", "software", "" # optional
#	mixer_device	"default"	# optional
#	mixer_control	"PCM"	# optional
#	mixer_index	"0"	# optional
}			
audio_output {	type	"alsa"	
	name	"I2S audio device"	
	device	"hw:1,0"	
	mixer_type	"none"	
}			
audio_output {	type	"alsa"	
	name	"HDMI audio device"	
	device	"hw:2,0"	
	mixer_type	"none"	
}			
#audio_output {	#	type	"alsa"
	#	name	"SPDIF"
	#	device	"hw:3,0"
	#	mixer_type	"none"
#}			

общения. Настройки вывода в лог-файл задаются в **mpd.conf** с помощью параметра **log_level** со значениями notice (напоминание), info (информационный), verbose (подробный), warning (предупреждение) и error (ошибки).

В случае наличия съёмного USB-накопителя удобно осуществлять автоматическое его монтирование непосредственно в каталог **music_directory**, указанный в файле конфигурации **mpd.conf**. Для автоматического монтирования при

ректорию **/media/Music**, что соответствует настройкам в **mpd.conf**.

Опции монтирования:

— **auto** — автоматический выбор типа файловой системы;

— **defaults** — предписывает использование стандартного набора параметров монтирования, последующие опции могут дополнять и переопределять стандартные;

— **nosuid** — монтирование без поддержки SUID-битов;

— **nofail** — безостановочная загрузка системы в случае ошибки монтирования указанной файловой системы.

Предпоследний символ (0/1) в строке параметров показывает, должен ли создаваться **dump** для примонтированной файловой системы.

Последний символ (0/1/2) в строке параметров показывает, будет ли и в каком порядке проводиться проверка этой файловой системы средствами **fsck** при загрузке.

Подробно опции монтирования описаны в [90].

Аналогичным образом можно монтировать сетевые диски, например

```

— # NFS
Server:/share /media/nfs nfs
defaults, noexec, nosuid, nofail 0 0
— # Samba server (IP или
имя, если указано в файле hosts)
— # share— имя директории общего
доступа
— # Samba
//server/share /media/samba cifs
credentials=/etc/samba/credentials,
uid=1000,gid=100,nofail 0 0
— # Server — сервер Samba (IP или
имя, если указано в файле hosts)
— # share — имя директории общего
доступа
— # credentials — ссылка на файл
авторизации, содержащий данные в
виде двух строк:
— # username=user
— # password=password
— # создателем этого файла должен
быть root, права доступа устанавли-
ваются 400 (sudo chown root.root
/etc/samba/credentials && sudo
chmod 400 /etc/samba/credentials).
Для сетевых дисков последний пара-
метр всегда равен 0 (проверка сред-
ствами fsck не проводится).
Следующим шагом подготовки ОС
является установка и настройка серви-
са upmpdcli [91], который является
DLNA/UPnP/OpenHome-шлюзом к MPD

```

```

monolit@orangeipcplus:~$ sudo systemctl status upmpdcli.service
● upmpdcli.service - UPnP Renderer front-end to MPD
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/upmpdcli.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Fri 2023-11-24 22:50:25 +05; 1min 44s ago
     Main PID: 1526 (upmpdcli)
        Tasks: 11 (limit: 2046)
       Memory: 6.1M
          CPU: 295ms
      CGroup: /system.slice/upmpdcli.service
              └─1526 /usr/bin/upmpdcli -c /etc/upmpdcli.conf

ноя 24 22:50:25 orangeipcplus systemd[1]: Started UPnP Renderer front-end to MPD.
ноя 24 22:50:26 orangeipcplus upmpdcli[1526]: :3:libupnp/npnpplib.cxx:244: LibUPnP: Using IPV4 192.168.0
ноя 24 22:50:26 orangeipcplus upmpdcli[1543]: writing RSA key

```

Рис. 44

и соответственно включает медиарендерер для удалённой трансляции аудиоданных на МК.

Сначала подключаем дополнительный репозиторий

```
sudo add-apt-repository ppa:jean-francois-dockes/upnpp1.
```

Затем устанавливаем сервис **upmpdcli**

```
sudo apt-get install -y upmpdcli
```

После установки демон **upmpdcli** становится автоматически активным и, как правило, не требует проведения каких-либо дополнительных настроек.

Рекомендуется проверить его состояние с помощью команд **sudo systemctl is-enabled upmpdcli** и **sudo systemctl status upmpdcli**. Результат вывода второй команды для корректно работающего сервиса показан на рис. 44, а внешний вид главного окна BubbleUPnP с доступными настройками рендерера UPnP — на рис. 45. Смена рендерера доступна прямо в процессе воспроизведения.

При желании можно изменить имя рендерера в параметре **avfriendlyname** файла конфигурации **/etc/upmpdcli.conf**.

В последнюю очередь установим веб-клиент AMPD [92], который обеспечит выполнение функций мониторинга и управления MPD посредством веб-ин-

терфейса. Этот веб-клиент основан на Java и требует для работы наличия в системе среды исполнения Oracle Java Runtime Environment (JRE) не ниже 11-й версии. Поэтому предварительно устанавливаем комплекс программного обеспечения OpenJDK 11 с помощью команды **sudo apt install openjdk-11-jdk**.

Далее скачиваем последнюю актуальную версию со страницы релизов проекта AMPD [93]. На момент написания статьи последняя стабильная версия — **ampd-1.6.7**. Установки AMPD не требует, единственный исполняемый файл является готовым приложением JAR и имеет соответствующее расширение. Его удобно разместить непосредственно в домашней директории текущего пользователя и установить права доступа 755. Запуск AMPD при этом осуществляется командой **java -jar /home/user/ampd-1.6.7.jar**, где **user** — имя текущего пользователя.

Чтобы обеспечить запуск приложения Linux в качестве демона, требуется создать соответствующий файл описания в директории **/etc/systemd/system** и зарегистрировать его в системе как сервис. Создадим в указанной директории файл с именем **ampd.service**, правами 644 и содержимым, приведённым в табл. 3.

Таблица 3	
[Unit]	Description=AMPD Run Service After=multi-user.target
[Service]	Type=Idle ExecStart=java -jar /home/user/ampd-1.6.7.jar
[Install]	WantedBy=multi-user.target

ния или изменения файла описания следует выполнить команду **sudo systemctl daemon-reload**. Затем активируем его с помощью уже известной нам команды **sudo systemctl enable ampd.service** и проверяем состояние: **sudo systemctl status ampd.service**.

Результат вывода команды проверки статуса AMPD показан на рис. 46. Этот вывод является непрерывным. Обращение к веб-серверу в локальной сети осуществляется с помощью любого интернет-браузера по IP-адресу медиасерве-

ра с обязательным указанием после него номера порта **8080**. IP-адрес МК для подключения к веб-серверу или по протоколу SSH можно узнать в административной панели роутера локальной сети или просто подключить монитор к МК и войти в консоль. Внешний вид главной страницы интерфейса AMPD показан на рис. 47. При нажатии на кнопку **Settings** будет доступна страница настроек с закладками **Frontend**, **Backend** и **Admin**. Настройки раздела **Frontend** могут быть изменены через интерфейс и сохраняются в браузере клиента. Настройки раздела **Backend** указываются в файле настроек **application.properties**, который при необходимости размещается в одной директории с исполняемым файлом и считывается при запуске программы. Файл **application.properties** с настройками по умолчанию можно скачать в домашнюю директорию текущего пользователя командой:

```
wget
https://raw.githubusercontent.com/rain0r/ampd/master/src/main/resources/application.properties-O
~/application.properties.
```

В разделе **Admin** доступны функции обновления БД (**Update**) и сканирования источников (**Rescan**), которые рекомендуется запускать после изменения содержимого директории **music_directory** MPD или директории, монти-

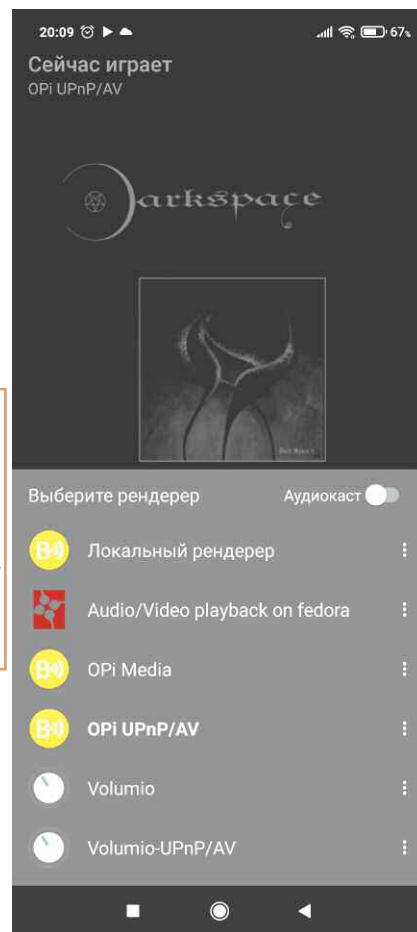


Рис. 45

```

Last login: Fri Nov 24 22:50:40 2023 from 192.168.0.104
monolit@orangepipcplus:~$ sudo systemctl status ampd.service
[sudo] password for monolit:
• ampd.service - AMPD Run Service
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ampd.service; enabled; vendor preset: ena
   Active: active (running) since Fri 2023-11-24 23:01:50 +05; 2 days ago
     Main PID: 1525 (java)
       Tasks: 38 (limit: 2046)
      Memory: 221.5M
         CPU: 2min 49.936s
        CGroup: /system.slice/ampd.service
                └─1525 java -jar /home/monolit/ampd-1.6.4.jar

ноя 27 18:58:45 orangepipcplus java[1525]: WARNING: An illegal reflective access
ноя 27 18:58:45 orangepipcplus java[1525]: WARNING: Illegal reflective access b
ноя 27 18:58:45 orangepipcplus java[1525]: WARNING: Please consider reporting to
ноя 27 18:58:45 orangepipcplus java[1525]: WARNING: Use --illegal-access=warn to
ноя 27 18:58:45 orangepipcplus java[1525]: WARNING: All illegal access operation
ноя 27 18:58:56 orangepipcplus java[1525]: 2023-11-27 18:58:56.391 TRACE 1525 ->
ноя 27 18:59:02 orangepipcplus java[1525]: 2023-11-27 18:59:02.745 INFO 1525 ->
ноя 27 18:59:02 orangepipcplus java[1525]: =====
ноя 27 18:59:02 orangepipcplus java[1525]: ampd is running on: 0.0.0.0:8080
ноя 27 18:59:02 orangepipcplus java[1525]: =====
lines 1-20/20 (END)

```

Рис. 46

руемой к этой точке. Следует учесть, что обновление БД занимает некоторое время, при этом МК выключать не рекомендуется, а для получения представления о ходе этого процесса нужно обновлять страницу настроек в браузере, так как динамически изменение данных на странице не отображается. По завершении обновления БД изменятся сведения о его дате и времени **Last update time**.

Перейдём к описанию процесса физического подключения внешнего I2S DAC к интерфейсному разъёму GPIO MK Orange Pi PC. Соответствие выводов интерфейса GPIO сигналам I2S приведено в табл. 4.

Случается, что после включения медиасервера вместо нормального звучания может быть слышен белый или модулированный шум, напоминающий звук с аудиовыхода SPDIF. Это объясняется сбоем в последовательности загрузки сервисов. Для устранения этого достаточно перезапустить демон MPD командой **sudo systemctl restart mpd.service**. Если вы намерены ис-

Таблица 4

Вывод	Сигнал
27	BCK
28	LRCK
37	SD/DATA
2	Плюсовое напряжение питания
6	Минусовое напряжение питания

пользовать доступ через UPnP, то рекомендуется подобным образом перезапустить и демона **upmpdcli**. Иногда в таких случаях достаточно просто остановить и снова запустить воспроизведение нажатием соответствующих клавиш в интерфейсе AMPD.

Питание Raspberry Pi, Orange Pi и аналогичных МК удобно и недорого осуществлять от "быстрого" зарядного

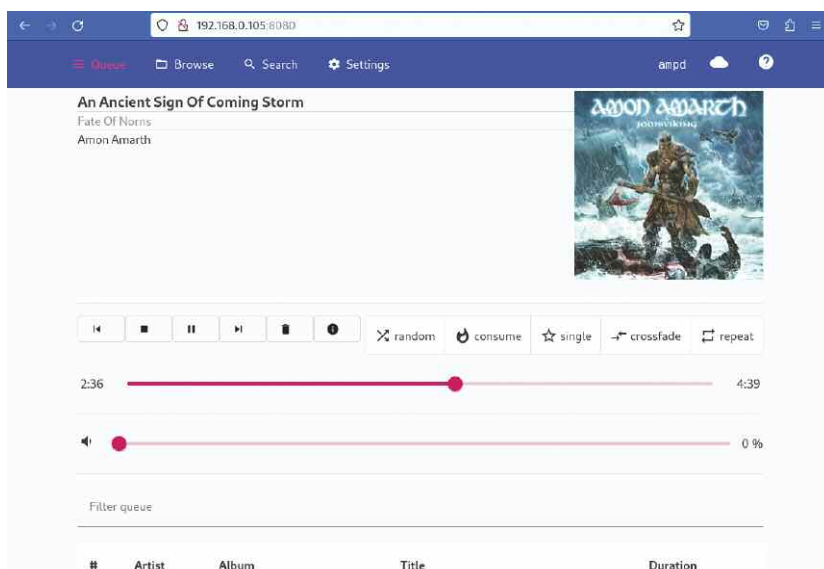


Рис. 47

устройства (ЗУ) для смартфона. При отсутствии обмена данными между потребителем и ЗУ на выходе последнего присутствует только постоянное напряжение +5 В, а номинальный ток нагрузки современного ЗУ (1...3 А и более) вполне обеспечивает потребности микрокомпьютера.

В дополнение к теме высококачественных источников звука отметим нестандартный метод цифроаналогового преобразования, вернее, результирующей обработки, "шлифовки" выходного сигнала DAC — создание промежуточной записи на магнитной ленте. Суть данного метода состоит в том, что сигнал, например, с выхода DSD DAC, записывается с помощью высококачественного аналогового магнитофона. В ходе магнитной записи, по самой физике процесса, все высокочастотные артефакты преобразования практически полностью подавляются, поскольку, в первом приближении, на ленту не

может быть записан сигнал, половина длины волны которого меньше ширины рабочего затора магнитной головки. На ленте практически оказывается первая аналоговая копия оригинальной записи, которая и предназначена для прослушивания. Этот метод можно назвать двухстадийным электромагнитным цифроаналоговым преобразованием. Следует помнить, что неизбежным следствием его применения является ухудшение интегрального показателя THD+N до типично "аналоговых" значений. Осуществление "физической" фильтрации продуктов преобразования вовсе не уменьшает требования к параметрам ФНЧ на выходе DAC. При неудовлетворительной первичной фильтрации, вследствие взаимодействия артефактов преобразования с ВЧ-сигналом подмагничивания, возможно появление комбинационных частот в звуковом диапазоне. Эти же артефакты могут оказывать влияние на величину тока подмагничивания и нарушать линейность процесса записи. Кроме

того, отдельной общей проблемой магнитных лент является спад АЧХ и перегрузочной способности на высших частотах звукового диапазона. Однако вспомним, что применение систем шумоподавления Dolby S [94] позволяет получить динамический диапазон не менее 85 дБ при скорости движения ленты 4,76 см/с. Вторая проблема в значительной степени решается введением систем адаптивного подмагничивания Dolby HX Pro, СДП, САДП [95—98] и/или использованием высоких скоростей записи (не ниже 19,05 см/с). К чисто механическим особенностям магнитной записи следует отнести, главным образом, проявление детонации, близкой к цифровому джиттеру.

Говоря о ленточных магнитофонах, ради исторической справедливости необходимо упомянуть стандарты цифровой магнитной записи R-DAT и S-DAT, несостоявшихся "убийц" CD [99]. Рассматривать их в основной части статьи

несколько неуместно в силу их малой актуальности в настоящее время, однако полного забвения они явно не достойны. Форматы DAT исключительно мощные и обладавшие на момент их создания (1987 г.) большими возможностями и потенциалом. Так, в стандартном режиме DAT предусматривал запись методом PCM с разрешением 16 бит при частоте дискретизации 48 кГц, что обеспечивало качество "без потерь" несколько выше, чем CD-DA. Запись в R-DAT велась на магнитную ленту шириной 3,81 мм с металлопорошковым рабочим слоем с помощью вращающихся магнитных головок по наклонно-строчному принципу с азимутальным наклоном. Для коррекции ошибок применялось помехоустойчивое кодирование с помощью двойного кода Рида-Соломона, а также интерполяция нескорректированных ошибок. По краям ленты располагались служебные дорожки для записи служебных данных, в частности таймкода, что давало возможность синхронизировать магнитофоны R-DAT с другим профессиональным оборудованием. При перематке лента не отводилась от блока головок, что позволяло осуществлять быстрый автоматический поиск фрагментов с обработкой данных специального субкода. В версии формата S-DAT запись производилась на параллельные дорожки, расположенные по ширине ленты, с применением неподвижной "сэндвич"-головки. Качественные параметры обоих методов записи DAT были идентичны. R-DAT заметно выигрывал в длительности, однако достигалось это ценой повышения сложности ЛПМ. К сожалению, появление DAT совпало с периодом широчайшей экспансии компакт-кассет и началом эпохи CD.

В общем-то DAT были призваны положить конец их триумфальному шествию, и как минимум составить достойную конкуренцию на массовом рынке. Но как раз интересам массового пользователя более всего отвечали кассетные магнитофоны, сочетавшие в себе доступность, мобильность, удобство и хорошее качество звучания. Аудиофилов в те времена ещё было не так много, а ценители высококачественного звука ориентировались на вполне ещё распространённые катушечные магнитофоны и уже прочно занявшие свою нишу CD. Тем не менее, DAT были по достоинству оценены профессионалами в сфере звукозаписи, так как, помимо высочайшего качества, предоставляли возможности непосредственной работы со звуковым материалом, аналогично привычным студийным магнитофонам. Но решающим фактором в несостоявшейся борьбе форматов магнитной и оптической цифровой звукозаписи стало стремительное распространение персональных компьютеров и, как следствие, резкий всплеск интереса к CD, как удобному и универсальному носителю информации. Сопутствующее быстрое развитие ПО и цифровых форматов хранения и передачи данных и способов их обработки обеспечило новыми инструментами профессиональную часть аудитории. Так объективно сложившиеся обстоятельства затормозили, а затем окончательно остановили развитие DAT.

В завершение приведём некоторые соображения по поводу субъективной комплексной оценки звукового тракта. У автора имеются всего два абсолютно субъективных, совершенно чётких критерия оценки качества звучания, применяемых в случае безусловного предварительного соответствия объективно измеряемых параметров устройств ряду очевидных требований, таких как ширина диапазона эффективно воспроизводимых частот, величина и спектр КНИ и др. Первым критерием, служащим для оценки точности и глубины формирования звуковой панорамы (или, как теперь модно говорить, "стены" звука), является чёткая пространственная локализация трёх виолончелей в композициях группы Apocaliptica, исполняющих свои музыкальные произведения преимущественно в жанре "симфонический металл". Вторым критерием, определяющим детальность и слитность воспроизведения (а также ряд сопутствующих субъективных параметров, например "прозрачность"), является возможность выделить на слух из мелодически-шумового хаоса композиций Darkspace (жанр "эмбиент-блэк-метал") фрагменты овердрайв-соло-гитары, характерные для группы Children Of Bodom, играющей в жанрах "мелодик-дэт-метал" и "пауэр-метал". Учитывая высокий относительный уровень жёсткости перечисленных музыкальных стилей в отношении АЧХ и ФЧХ и насыщенность их шумовыми составляющими, результат прослушивания можно с высокой степенью достоверности распространить на более "спокойные" стили. В эти критерии предсказуемо не вписываются композиции экстремальных стилей типа "грайнд-кор" (группа Napalm Death), однако и их прослушивание становится более комфортным, если это понятие вообще применимо к подобным стилям.

Здесь уместно позволить небольшое лирическое, но важное отступление на тему жёстких музыкальных стилей. "Металл для тех, кому надоел хард-рок. Дэт-метал для тех, кому надоел металл. Грайндкор для тех, кому надоела ... музыка".

Исходя из этого, можно считать, что перед нами заведомо хороший УМЗЧ и звуковой тракт, в целом, если мы в композиции стиля грайндкор услышим мелодию, в частности, если это композиция You Suffer ("Страдание") группы Napalm Death, занесённая в Книгу рекордов Гиннеса как самое короткое музыкальное произведение из когда-либо написанных, длительностью всего 1,316 с [99]. И это не шутка, а вполне рабочий метод субъективной оценки качества, который не менее, если не более, информативен, чем классический поиск нюансов звучания акустической гитары в Private Investigations Dire Straits или овердрайва в Child in Time Deep Purple.

Ещё одно отступление, напрямую касающееся феномена "лампового" звучания. На взгляд автора, наиболее полно данный феномен проявляется именно при прослушивании соло-партий овердрайв гитар. И это имеет достаточно простое объяснение, изначально "фирменное" звучание электрогитар, очевидно, было рассчитано на то, что в

ламповом УМЗЧ на стороне слушателя звук получит дополнительные искажения, которые и требовались для завершения формирования характерного тембра. Даже неискушённому слушателю сразу заметна разница в звучании классической овердрайв гитары на полупроводниковом и ламповом УМЗЧ. Во втором случае звук приобретает законченную виолончельную окраску, чем "ламповый" овердрайв и отличается от "транзисторного" шумоподобного эффекта дисторшн.

ЛИТЕРАТУРА

79. Почему мы не используем Wi-Fi для беспроводной передачи звука. — URL: https://www.iguides.ru/main/other/pochemu_my_ne_ispolzuem_wi-fi_dlya_peredachi_bespроводnogo_zvuka/ (10.12.23).
80. LDAC (codec). — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/LDAC_\(codec\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LDAC_(codec)) (10.12.23).
81. LHDC (codec). — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/LHDC_\(codec\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LHDC_(codec)) (10.12.23).
82. WiFi Analyzer. — URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=abdelrahman.wifianalyzerpro> (10.12.23).
83. BubbleUPnP for DLNA/Chromecast. — URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bubblesoft.android.bubbleupnp> (10.12.23).
84. GNOME/gupnp-tools. — URL: <https://github.com/GNOME/gupnp-tools> (10.12.23).
85. FFmpeg. — URL: <https://ffmpeg.org/> (10.12.23).
86. Music Player Daemon documentation. User's Manual. — URL: <https://mpd.readthedocs.io/en/stable/user.html> (10.12.23).
87. Ubuntu manuals. — URL: <https://manpages.ubuntu.com/manpages/trusty/man5/mpd.conf.5.html> (10.12.23).
88. ReplayGain. — URL: <https://wiki.hydrogenaud.io/index.php?title=Replaygain> (10.12.23).
89. Fstab. Introduction to fstab. — URL: <https://help.ubuntu.com/community/Fstab> (10.12.23).
90. Ubuntu Manpages, mount — mount a filesystem. — URL: <https://manpages.ubuntu.com/manpages/mantic/en/man8/mount.8.html> (10.12.23).
91. An UPnP front-end to MPD, the Music Player Daemon. — URL: <https://github.com/triplemp/upmpdcli> (10.12.23).
92. A web-based MPD client. — URL: <https://github.com/rain0r/ampd> (10.12.23).
93. rain0r/ampd Releases. — URL: <https://github.com/rain0r/ampd/releases> (10.12.23).
94. Системы шумопонижения Dolby. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Системы_шумопонижения_Dolby (10.12.23).
95. Основы электроакустики. Система динамического подмагничивания Dolby HX Pro. — URL: <https://audioakustika.ru/podmag> (10.12.23).
96. Сухов Н. Динамическое подмагничивание. — Радио, 1983, № 5, с. 36—40.
97. Сухов Н. СДП-2. — Радио, 1987, № 1, с. 39—42; № 2, с. 34—37.
98. Сухов Н. Адаптивное динамическое подмагничивание. Радиоежегодник-91. — М., Патриот, 1991, с. 7—30, ISSN 0235-5132.
99. Digital Audio Tape. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape (10.12.23).

Беседы о звуке

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

Очень многие радиолюбители сталкиваются с различными вопросами, связанными со звуковоспроизведением, поиски ответов на них в литературе сложны, и предлагаемые рекомендации иногда кажутся противоречивыми. Причин этому много, но главные — в отсутствии у спрашивающих понимания всей системы восприятия внешних проявлений информации человеком, в непонимании авторами вопросов прочитанных работ из-за расхождения терминологических определений, а иногда и неполного понимания физической сути явлений. Учебники по электроакустике и звуковому вещанию весьма объёмны (более 500 страниц), перенасыщены избыточной для радиолюбителя информацией и требуют знаний ещё многих предметов, но не дают ответов на многие практические вопросы.

Предлагаемый цикл отнюдь не претендует на роль учебника или дающей исчерпывающие ответы на отдельные вопросы монографии. Автор рассказывает о своём понимании некоторых явлений электроакустики, звуковоспроизведения, основных принципов формирования сигналов и их доведения до слушателя. Основным критерием включения тех или иных разделов является семидесятилетний радиолюбительский опыт и шестидесятилетний опыт профессиональной деятельности автора, связанной с различными разделами звукового вещания. Надеюсь, приведённые мысли и сведения пояснят непонятное и, возможно, разбудят желание глубоко изучить некоторые разделы учебников, монографий и профессиональную периодическую литературу.

Термины и определения

Информация — сведения об окружающем мире и протекающих в нём процессах, независимо от формы их представления. Не зависит от субъектов восприятия.

Вероятно, таково самое общее определение термина. Отставим десяток "профессиональных" определений (физических, айтишных, бухгалтерских...). Хотя центром сбора информации могут быть одушевлённые и неодушевлённые объекты, включая машины, механизмы, ЭВМ и каменные валуны, сползающие к воде, мы остановимся на приёмнике информации — человеке в целом и передаче информации между его органами.

Массовая информация — информация, важная большинству членов общества, проживающих в данном ареале.

Массовые коммуникации — системы коммуникаций, предназначенные для передачи массовой информации, электронные массовые коммуникации включают в себя звуковое и телевизионное вещание, вещание по сети Интернет.

Обычно фонограммы появляются дома с помощью устройств памяти или с помощью коммуникаций, поэтому знают основы и грамотно пользоваться средствами звукозаписи и электронными средствами массовых коммуникаций необходимо.

Вспомогаю: на демонстрации первой цифровой системы междугородной передачи сигналов звукового вещания лента на магнитофоне была направлена основой к головке воспроизведения.

Связь, вещание, оповещение — виды коммуникаций, отличающиеся направленностью и численностью конечных пользователей.

Связь — передача информации конечному, заранее известному кругу пользователей. Перечень современных услуг связи охватывает проведение совещаний, например связь одного со всеми.

Вещание — передача информации неограниченному кругу пользователей, обеспечение возможности приёма

информации на определённой территории. Число принимающих информацию в каждый момент неизвестно.

Оповещение — обязательное доведение информации до определённого круга лиц.

Массовое оповещение — обязательное доведение информации до всех лиц, находящихся на данной территории, используя все возможные на данной территории и в данное время виды связи. В современных системах массового оповещения отсутствует подтверждение приёма информации каждым.

Электросвязь — любая передача, излучение или приём знаков сигналов, письменного текста, изображения и звуков или сообщений любого рода по проводной, радио, оптической или другим электромагнитным средам.

Радио — общий термин, применяемый при использовании радиоволн (Регламент радиосвязи Международного союза электросвязи — МСЭ).

Радио — запись, передача, воспроизведение звука (русский бытовой жаргон с 20-х годов XX века).

Основные принципы восприятия информации человеком

Всё окружающее оказывает определённое воздействие на человека посредством колебаний и различного рода полей: механические колебания (удары, вибрации, инфразвук, звук, ультразвук), электромагнитные волны (радиоволны, свет, рентгеновское излучение), химические воздействия (поле запахов), поле тяготения, радиационные поля, возможны и неизвестные нам поля по непосредственной передаче мыслей (можно допустить, что это передача и приём радиоволн непосредст-

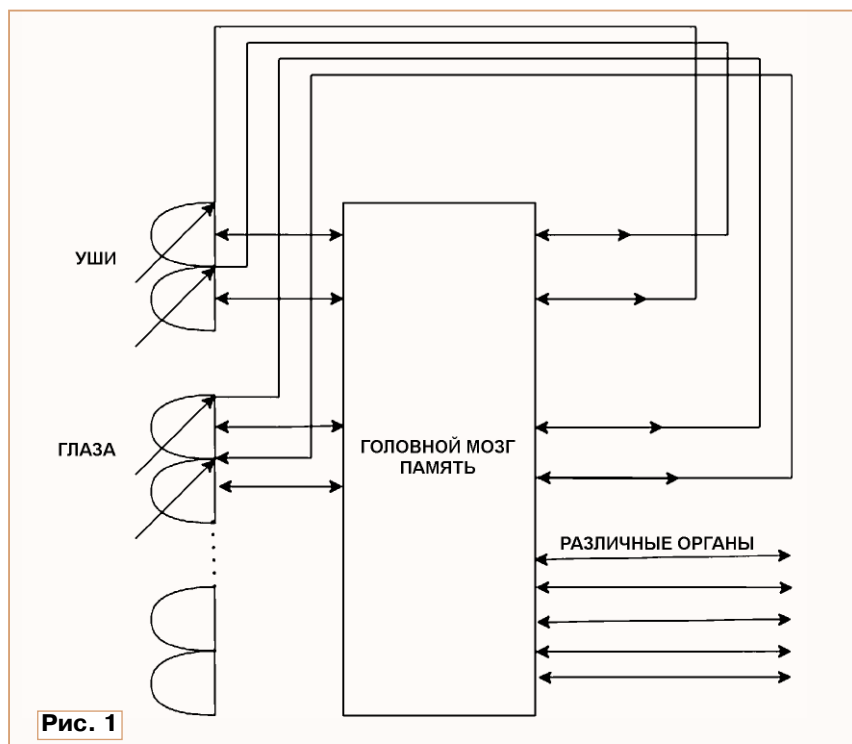


Рис. 1

венно элементами нервных систем, может служить объяснением более полного непосредственного восприятия любых действий).

Восприятие мира человеком происходит в результате взаимодействий всех органов чувств: слух, зрение, обоняние, вкус, ускорение, тактильность, "мысленных" воздействий (их природа пока неясна), сигналы которых обрабатываются мозгом с учётом фактов и образов, накопленных в памяти конкретного человека и всего общества.

Человек воспринимает эти воздействия различными органами чувств: тактильно, на слух, с помощью зрения, обоняния. Некоторые особо опасные поля (радиоволны, рентген, радиация) не ощущаются в процессе облучения, но могут разрушительно, вплоть до смерти, проявиться через некоторое время. При больших дозах облучения механическими волнами и светом человек ощущает боль.

На рис. 1 представлена упрощённая схема и алгоритм восприятия информации человеком. Центр формирования информации — мозг, содержащий элементы памяти, построенный на миллиардах нейронных сетей. К нему по нервным сетям поступают потоки информации от всех рецепторов — датчиков, принимающих внешнюю информацию, переносимую окружающими человека полями. Обработка одновременно происходящих от разных датчиков и хранящихся в памяти сигналов позволяет сформировать определённый образ предмета, а в динамике — его движения, действия.

Объёмы поступающей информации по каждому каналу огромны. Например, значения звуковых давлений, обрабатываемых при осознании звуковой картины, окружающей человека, изменяются от порога слышимости до болевого предела в $3 \cdot 10^6$ раз. Аналоги таких биологических датчиков неизвестны, но самое главное, что для обеспечения жизнедеятельности важно отношение ближайших по заметности громкостей, т. е. шкала анализа должна быть логарифмической, что резко уменьшает объёмы обрабатываемой информации.

Закон Вебера и Фехнера, сформулированный в XIX веке, гласит: "Восприятие пропорционально логарифму раздражения". Этот закон действует в отношении всех известных воспринимаемых раздражителей (механических, звук, свет). Вспоминайте его при случайном ударе молотком по пальцам, если бы он не действовал, происходило бы отключение сознания — обморок или хуже.

Головной мозг человека анализирует все виды принимаемой информации, с помощью элементов памяти формирует общую картину окружающей среды и её воздействие, управляет и контролирует совместно со спинным мозгом все органы человека, включая органы чувств, формируя их текущую чувствительность к раздражениям.

Эволюция органов чувств пошла дальше — при изменении чувствительности изменяются характеристики этого рецептора, и даже по приходу другой информации, сопутствующей наблю-

даемому явлению, происходит такое же изменение. Например, при взрыве сначала приходит и осмысливается видеоряд, и заранее изменяется чувствительность слуха, изменяются АЧХ и пространственная диаграмма направленности уха.

Таков показательный пример работы мозга при развитии человека с детского возраста с использованием памяти о различных явлениях из собственного опыта и использовании опыта всего человечества, передаваемого и сохраняемого различными источниками хранения информации (рассказы — воспоминания окружающих, книги, кинофильмы, грампластины). Каждый человек вносит за свою жизнь, пусть весьма малую, частицу в общемировую базу знаний, которая управляет жизнью каждого и всего общества в целом. Возможно, в этом заключается бессмертия души — носителя информации.

Неоднократное или очень важное событие, отражающееся комплексом потока информации от всех органов чувств, сохраняется в памяти как определённый стереотип, который восстанавливается (домысливается) при пропадании какой-то части информации от некоторых органов чувств.

передачи по нерву до управляющего элемента органа чувств, которое прием равным $T_{\text{пер.нерв}}$, и времени коррекции параметров органа чувств в процессе регулирования $T_{\text{рег}}$ с числом циклов коррекции $N_{\text{кор}}$.

В результате $T_{\text{воспр}} = N \cdot T_{\text{преобр}} + (N + N_{\text{кор}}) \cdot T_{\text{пер.нерв}} + N \cdot T_{\text{обр}} + N_{\text{кор}} \cdot T_{\text{рег}}$.

Временными задержками $T_{\text{пер.нерв}}$ для органов слуха и зрения пренебрегаем ввиду малой длины нервов, расположенных в голове, и большой скорости распространения электромагнитных волн даже в сложной структуре нерва.

Большую задержку вносят сами рецепторы из-за чисто физической подстройки их конфигурации и электрохимических процессов. Правда, объёмы рецепторов микроскопические, поэтому времена преобразования могут быть небольшими. Конечно, максимальное время занимает мыслительный процесс по обработке информации в головном мозге ввиду её огромных объёмов, неоднократных обращений к памяти для сравнения с хранящейся в ней информации и записи поступающей. Ясно, что рассматриваемые времена обработки информации зависят от её объёма и поэтому полностью определяются видом и характером внешнего раздражителя.

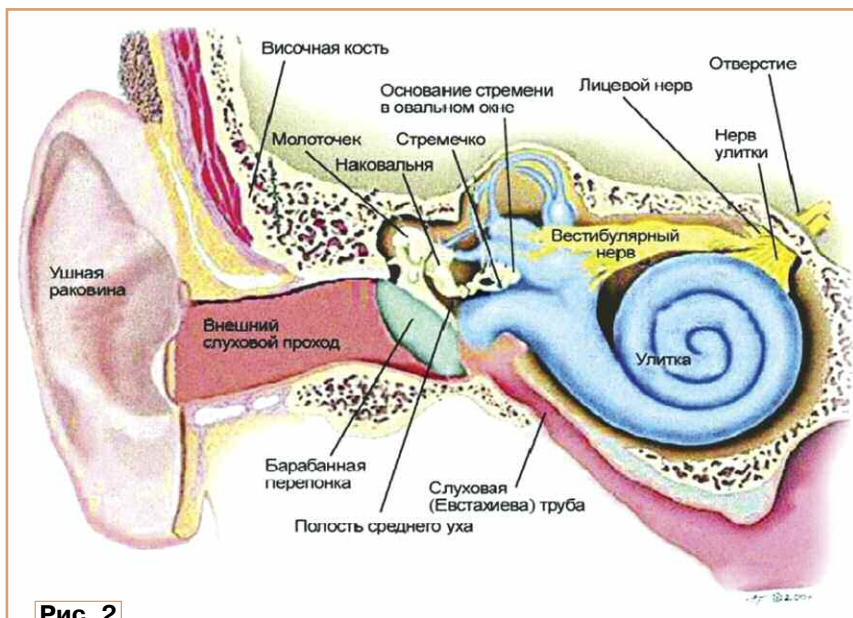


Рис. 2

Рецепторы при выборе из принятых раздражений от внешних полей преобразуют информацию в вид, необходимый для передачи по нервам. Предполагается, что действуют электрохимические процессы при приёме информации — раздражения, а передача по нервам происходит электрическими сигналами.

Время от появления информации перед рецептором до её осмысленного восприятия $T_{\text{воспр}}$ складывается из времени анализа и преобразования энергии анализируемых полей рецептором в энергию передачи по нерву $T_{\text{преобр}}$, времени передачи по нерву $T_{\text{пер.нерв}}$, времени обработки сигнала для осмысления информации, включая многократные N обращения к памяти $T_{\text{обр}}$, времени

Вычислить реальные задержки в каждом элементе сложно, особенно учитывая, что она различна у каждого индивида, но можно утверждать, что суммарное время обработки внешней информации в первом приближении, её осмысление, лежит в пределах 3...5 мс (заметны изменения в первые 1...2 мс атаки). Это значение необходимо учитывать при рассмотрении свойств слуха и зрения, хотя окончательное решение, осмысление информации от рецепторов может произойти значительно позже — через 150...250 мс.

Нарастания фронтов сигнала в моменты атаки происходят за 5...10 мс, что послужило поводом в 50—60-е гг. не рассматривать эти процессы, хотя уже было известно, что если при монта-

же их вырезать, невозможно идентифицировать по звучанию некоторые инструменты.

Слух и зрение обеспечивают приём и обработку максимального, по сравнению с другими органами чувств, объёма жизненно важной для человека информации, причём слуховое и видеовосприятие наиболее тесно связаны друг с другом.

Каждый представляет себе работу этих органов, но рассмотрим подробнее строение уха (рис. 2) и глаза (рис. 3).

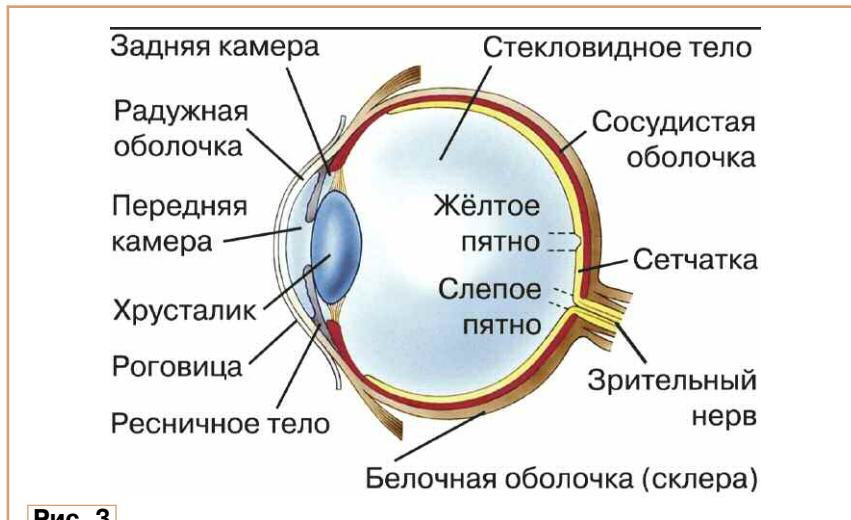


Рис. 3

Акустические колебания, окружающие человека, предварительно анализируются размерами и формой ушных раковин внешнего слухового прохода, собираются и усиливаются за счёт отношения площади ушной раковины к площади барабанной перепонки. Диаграммы направленности каждого уха принципиально несимметричны, различны для различных полос частот, что позволяет определять направление на источник звука даже одним ухом.

Акустическое поле воздушного объёма перед барабанной перепонкой возбуждает колебания сложной рычажной системы "молоточек"—"наковальня"—"стремечко", передающей их улитке, на которой расположены рецепторы, реагирующие на частотную и амплитудную составляющие механического колебания. Тело улитки, длиной до 36 мм, находится в жидкости — перлимфе, что увеличивает длину волны в несколько раз по сравнению с воздухом и позволяет уместиться 25000...30000 рецепторам. Форма тела улитки в жидкости и размеры волосков рецепторов образуют сложную резонансную систему, отклик которой на воздействующее поле передаётся по нервному стволу в кору головного мозга.

Рычажная система представляет собой акустический (механический) трансформатор с повышающим коэффициентом передачи четыре, который может уменьшаться при напряжении мышц среднего уха, уменьшая чувствительность слуха в случае повышения уровня внешнего акустического сигнала.

Принято считать, что первоначальная обработка сигнала при его передаче в нервное окончание начинается ещё в самом рецепторе в процессе формирования сигнальной посылки для передачи по нерву, причём по нему же из коры головного мозга приходят корректирующие посылки, регулирующие чувствительность этого рецептора.

Кроме того, по отдельным нервам регулируется общая чувствительность всех рецепторов изменением коэффициента передачи рычажной системы, которая определяется общей гром-

костью всей звуковой картины. Интересно отметить, что мышцы среднего уха, управляющие громкостью восприятия, имеют добавочные рецепторы, позволяющие мозгу всегда точно оценивать их состояние.

Нервная система — ярчайший пример полностью распределённой системы, самовосстанавливающейся при потере и замене некоторых элементов.

Время установления переходных процессов от момента подачи тонального сигнала частотой 1000 Гц равно 160 мс и зависит от абсолютного значения его уровня. Для частот ниже 1000 Гц время установления увеличивается, как в любых фильтровых системах при понижении частоты анализируемого сигнала — увеличивается требуемое время анализа.

Восприятие глубины звукового ряда определяется временем пробега звуковой волны от источника до слушателя: $T = S/V$, где S — расстояние; V — скорость звука; $V = 340$ м/с; при $S = 1$ м, $T = 3$ мс. Таким образом, человек различает звуковые планы, разнесённые минимум на 1 м (расстояние между музыкантами в оркестре), обеспечивая, совместно с ориентацией по азимуту, точное определение месторасположения источника звука.

Строение глаза общеизвестно. Необходимо напомнить, что оптическая система хрусталик—сетчатка динамически управляется при разглядывании объекта, фокусируясь, выделяет в угле центрального зрения наиболее важные детали, с уменьшением резкости, переходя в область периферического зре-

ния, причём площадь зоны "глубины резкости" (аналогично фото- и кино-объективам) изменяется при изменении диаметра светопропускающего отверстия системы роговица—хрусталик (аналогично диафрагме объектива). Управление этими параметрами осуществляется изменением геометрии и давления в глазном яблоке, которое управляет формой хрусталика (он может сжиматься и восстанавливаться).

Аналогичен эффект по изменению восприятия цвета — при переходе к периферическому зрению "цветовая чёткость" уменьшается из-за изменения строения сетчатки. Так осуществляется первичная обработка сигналов с рецепторов — уменьшается объём информации, поступающей в мозг, ускоряя процессы зрения. Именно этим эффектом можно объяснить некоторое изменение восприятия на изменения цветности изображения при изменении размеров экрана (при поддержании постоянной освещённости).

Не будем особенно углубляться в общеизвестные анатомию и функции ушей, глаз и мозга, но отметим, что не очень подробно исследованы временные параметры работы рецепторов, скорости передачи сигналов по нервам, кстати, не сказано, какие сигналы передаются по ним (как передаётся значение амплитуды воздействия) и сколь быстры механизмы регулировки воздействия яркости и громкости на рецепторы. Практически все характеристики зрения и слуха приведены для установившихся процессов.

Исследовать короткие временные задержки, вносимые отдельными звеньями неразрывной системы, можно по косвенным проявлениям, учитывая, что никакие звуки в природе не возникают мгновенно, а нарастают постепенно (все резонаторы: струны, столбы воздуха в трубах органов, всех духовых инструментов, гортани поющего и говорящего обладают какой-то добротностью, определяющей форму и длительность переходного процесса возникновения звука).

Эти переходные процессы несут важную информацию о конкретных инструментах. Кроме того, в закрытых помещениях на излучаемый звук накладываются реверберационные эффекты, затягивающие процессы атак звучаний.

Алгоритмы обработки сигналов от рецепторов головным мозгом подробно неизвестны, но можно предполагать, что используются методы последовательных приближений одновременно производящих регулирование "чувствительности" по громкости и яркости с одновременным изменением АЧХ (кривые равной громкости), изменение диаграммы направленности уха и изменение глубины резкости — восприятие объёма разглядываемого сюжета.

Такое совместное изменение параметров слуха и зрения — наглядный пример выделения предмета наблюдения при уменьшении освещённости объекта и громкости звука, излучаемого источником.

Вообще, глубина и точность совместного изменения параметров органов чувств при изменении наблюдаемо-

го объекта поражают. Поражает и "резервирование" всех органов чувств. Например, даже при полном прекращении работы одного глаза или уха объёмное восприятие звуковой и видеокартинки сохраняется, конечно, с уменьшением эффекта и искажениями. Бинауральный эффект (в чистом виде — восприятие двумя разнесёнными на ширину головы уха и глаза) заменяется тремором (дрожание глаза) и сравнением, мысленно, двух изображений, сдвинутых по времени.

от абсолютного значения данного и иных раздражений, их спектра, длительности воздействия и, главное, их взаимодействия, полностью определяющих окружающую информацию.

Желание знать и применять все свойства восприятия внешней среды порождает углублённые исследования и теоретические обобщения. Родается много графиков функций и их аппроксимации различными законами, помогающими строить различные физиологические модели для попыток численных

Неверно представление частотного анализатора в виде простого набора узкополосных фильтров (существование биологических резонаторов большой добротности физически невозможно). Основную работу выполняет головной мозг, анализирующий амплитуду и фазу откликов на возбуждающий сигнал большого числа близких по резонансным частотам резонаторов. С уменьшением числа анализирующих резонаторов (именно это мы наблюдаем на краях диапазона слышимых частот) уменьшается точность анализа.

Такой механизм частотной селекции звуков позволяет объяснить разную разрешающую способность по частоте у разных слушателей, возможность её роста при постоянной тренировке, например, у музыкантов, дирижеров, звукорежиссёров, постоянно слушающих и анализирующих различные звучания. Учителя музыки знают, что музыкальный слух можно развить. Профессиональные музыканты, их дети, выросшие в оркестре или в звуках непрерывных репетиций, замечают фальшь в звучаниях с точностью лучше долей цента в аккорде (цент в музыкальной акустике — логарифмическая единица измерения интервалов между частотами звуковых колебаний; интервал 100 центов равен 1/12 части октавы), а некоторые из них и в звучании единственного тона, в сравнении с внутренним звучанием или пропеваемым им, опираясь на стереотип звучания конкретной ноты.

Отличаясь по заметности фальшивости созвучия, спектр которых сдвинут на какое-то значение (частые искажения при преобразованиях в системах связи) или в какое-то число раз (наиболее распространённое искажение в системах звукозаписи). Большинство слушателей замечают сдвиг спектра на 0,5 Гц и практически не обращают внимания на изменение скорости на 1/25 при воспроизведении кинокопий со скоростью 24 кадр/с по телевидению со скоростью 25 кадр/с. Заметность периодических изменений скорости (детонация) значительно выше (до 0,1 %).

Хорошо помню возглас штатного настройщика инструментов радиодомы, прибывавшего в комнату прослушивания, при воспроизведении фонограммы со сдвигом спектра: "Я так не могу".

Интересно отметить, что сдвиг спектра сигнала вверх создаёт полную иллюзию ускорения приигрывания фонограммы, а сдвиг вниз — замедление. Такие эксперименты показывают жёсткую связь воспринимаемых сигналов со стереотипом восприятия, формируемым всей предыдущей жизнью.

Практическое применение таких эффектов возможно для сокращения отрезков времени звучаний, например рекламы, с одновременным сдвигом спектра вниз до кажущегося восстановления первоначального тембра. Конечно, подбор значения сдвига спектра при заданных ускорениях воспроизведения необходимо подобрать на слух.

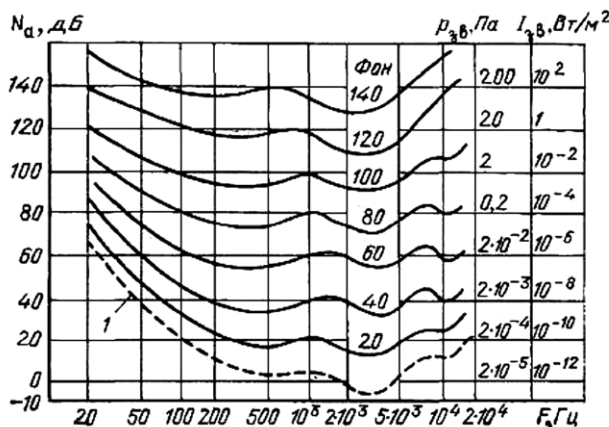


Рис. 4

Аналогично происходит определение направления прихода сигнала по вертикали. Происходит также тремор звуковой диаграммы направленности по горизонтали и вертикали, помогает этому эффекту изменение АЧХ при изменении направления прихода звуковой волны (определяется весьма сложной формой ушной раковины). Определяется даже направление на источник: в задней и верхней полусферах.

На рис. 4 показана частотная зависимость восприятия абсолютного значения звукового давления, на частоте 800 Гц.

Большинство радиолюбителей многократно видели кривые равной громкости, знают, что неравномерность АЧХ порога слышимости достигает 60 дБ, и помнят, что увеличение чувствительности слуха на средних частотах на 6...10 дБ привело бы к заметности и мешающему действию шумов броуновского движения молекул воздуха.

Огромная неравномерность АЧХ слуха заставляет задуматься о её причинах и влиянии на слуховое восприятие.

Возможная причина выделения полосы средних частот — в максимальном присутствии звуков, несущих смысловую голосовую информацию. Возможно и взаимное влияние — сужение спектра звуков речи, чтобы привести его в соответствие с АЧХ слуха. Во всяком случае, низкочастотные звуки грозы и землетрясения, несущие информацию об опасности (опасны достаточно близко), имеют большой уровень.

Кривые равной громкости наглядно подтверждают главное свойство любого органа восприятия внешней среды — нелинейность восприятия, зависящего

вычислений различных слуховых эффектов, включая заметность искажений сигнала в звуковом тракте.

Многофакторность процессов восприятия пока не может полностью учитываться, и основным методом исследования качества трактов является проведение субъективно-статистических экспертиз.

Известно, что человек правильно воспринимает тональный сигнал в области максимальной чувствительности слуха (называя его частоту — ноту музыкального строя) при десятимикросекундном воздействии. Различаются атаки двухтональных аккордов при задержке одного из тонов на 1...2 мс от атак аккордов с теми же тонами, начинающимися одновременно. Исходя из этих фактов, можно предположить, что время обработки сигналов в комплексе слуховых рецепторов — головной мозг, включая управление чувствительностью рецепторов, составляет около 10 мс, а громкость аккорда оценивается за 150...200 мс. На частотах ниже 1000 Гц требуемое время анализа увеличивается, что говорит о том, что для подробного анализа звука необходимо прослушивать несколько (5...10) периодов колебаний, что полностью совпадает с теорией анализа спектра.

Об этом же говорит уменьшающаяся точность определения частоты звуковых колебаний при её уменьшении. С этим явлением сталкиваются при реставрации старых грампластинок: очень трудно восстановить частоту вращения диска при записи, имея партитуру и прослушивая басовые партии записанного произведения (даже Ф. Шаляпин фальшивил, беря нижние ноты).

Необходимость первичной обработки сигналов

С момента зарождения кино, первых звуковых радиопередач, затем первых телевизионных передач исполнители, операторы, режиссёры стремились придать звуковым и видеорядам максимальную, кажущуюся зрителю, слушателю достоверность. Под достоверностью подразумевается соответствие восприятия информации зрителем или слушателем её восприятию, задуманному автором в заданных условиях. "Перенос" по восприятию из точки наблюдения в задуманную автором, например, создание в жилой комнате иллюзии действия в концертном зале или в кабине паровоза, или в чистом поле.

Ещё до появления средств массовых коммуникаций исполнители театральных постановок перевоплощались для создания необходимых образов в задуманных автором условиях. Известнейший пианист, ректор Московской консерватории Г. Г. Нейгауз говорил, что отличие игры мэтра от отличника музыкального училища в том, что он слушает звучание своей игры в зале, а не правильность звучания.

симости от положения слушателя и источника звука, свойств отражающих поверхностей и расстояний до них акустическая картина изменяется от различного эха (первые отражения) до множества суммирующихся отражений, статистические складывающихся в общее звуковое поле зала, продолжающееся после прекращения звука от источника. Это явление называют реверберацией, а время затухания плотности звуковой энергии, уменьшающейся в 10^6 раз, уменьшение её уровня на 60 дБ после прекращения звучания источника называют временем реверберации T_p (рис. 5).

Для небольших помещений, а также для помещений большого объёма, но на частотах ниже 1000 Гц, по формуле Сэбина время реверберации равно:

$$T_p \approx 0,164V / [-S \ln(1-a)],$$

где V — объём помещения, S — площади ограничивающих его поверхностей, a — коэффициент звукопоглощения.

Значения коэффициента поглощения a для некоторых материалов на разных частотах приведены в таблице.

В помещениях большого объёма на частотах от 1000 до 4000 Гц звукопоглощение происходит на стенах и в воздухе. На частотах более 4000 Гц — в основном, в воздухе.

При проектировании и эксплуатации акустических систем в залах надо учитывать их заполнение зрителями. Было бы идеально сделать звукопоглощение пустых кресел равным звукопоглощению кресла со слушателем.

Как видно из таблицы, звукопоглощение очень зависит от частоты падающей звуковой волны, поэтому время реверберации частотно-зависимо и оговаривается допустимыми скачками на низких частотах (125 Гц) на 0,2...0,25 $T_{p, \text{опт}}$. Не нужно стремиться выравнивать АЧХ T_p , поскольку она отражает привычные законы реверберации, соответствует сформированным нами стереотипам.

На рис. 6 приведена диаграмма определения эквивалентного времени реверберации. Как видно из диаграммы (линия 1), звуковая энергия в момент выключения источника изменяется скачком, за счёт исчезновения прямого звука. В идеально диффузном поле скачок отсутствует (линия 3).

Два процесса спадаания звуковой энергии — со скачком уровня и без скачка оцениваются на слух как эквивалентные, если точка их пересечения A отстоит от момента времени t_1 на 0,2 с. Время, в течение которого плотность звуковой энергии этого эквивалентного

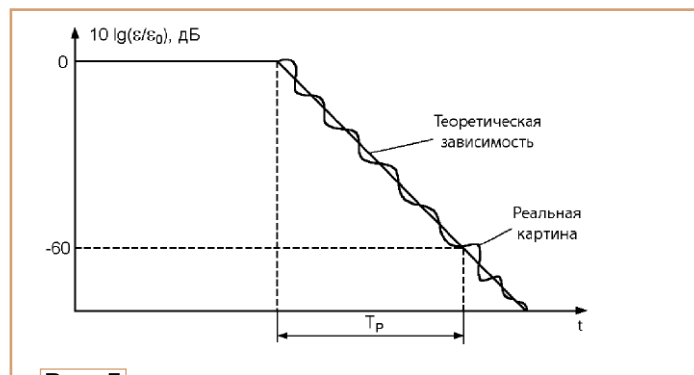


Рис. 5

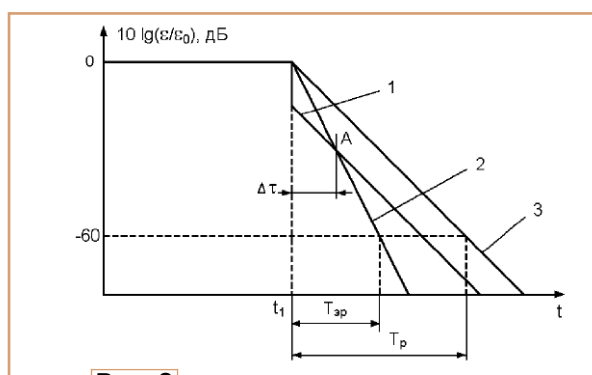


Рис. 6

Исследование четырёх фонограмм одной пьесы в исполнении Г. Г. Нейгауза, записанных в Большом и Малом залах Московской консерватории, Бетховенском зале Большого театра и в какой-то жилой комнате, показало различие в длительности фонограмм от 244 до 170 с. Таков нагляднейший пример первичной временной обработки сигнала на соответствие акустических и даже остальных (визуальных, тактильных) условий прослушивания исполнителем.

Вспомним, чем отличается звучание в зале от прямого звука, который мы можем слышать непосредственно у исполнителя (на расстоянии 10...20 см от источника звука), считая каналы связи от головного тракта до помещения прослушивания, включая акустические системы слушателя, идеальными, не вносящими помех и искажений.

В любой точке помещения для прослушивания, кроме прямого звука от источника, возникают отражения звуковых волн от ограничивающих его поверхностей: стен, потолка, пола, которые, в свою очередь, отражаются от следующих препятствий и т. д. В зави-

Материалы (объекты)	Коэффициент поглощения a на частотах, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Стена оштукатуренная, окрашенная	0,012	0,013	0,017	0,02	0,023	0,025
Акустическая штукатурка	0,22	0,27	0,31	0,31	0,33	0,4
Ковёр с ворсом 1 см на бетоне	0,09	0,08	0,21	0,27	0,27	0,31
Резиновый ковер толщиной 0,5 см	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,1
Линолеум	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045
Сосновая панель	0,098	0,11	0,1	0,087	0,082	0,11
Два слушателя на м²	0,2	0,33	0,67	0,84	0,92	0,97
Три слушателя на м²	0,25	0,44	0,78	0,97	1	1

При небольших значениях коэффициента звукопоглощения $a \leq 0,2$ можно использовать упрощённую формулу Сэбина:

$$T_p = 0,164V / (aS).$$

процесса (линия 2) уменьшается на 60 дБ, определяет время эквивалентной (ощущаемой на слух) реверберации $T_{p, \text{эр}}$.

Акустическое отношение R — соотношение плотности звуковой энергии

прямого $\epsilon_{\text{пр}}$ и диффузного $\epsilon_{\text{отр}}$ звуков:

$$R = \epsilon_{\text{отр}} / \epsilon_{\text{пр}} = 16\pi \cdot r^2 \cdot (1-a) / (aS),$$

где r — расстояние от источника звука.

При удалении от источника энергии прямого звука затухает и на расстоянии, называемом радиусом гулкости, сравнивается с энергией диффузного поля, $R = 1$. Для открытого пространства или в полностью заглушенной измерительной камере $R = 0$.

Архитектура храмов, залов направлена на создание необходимых условий просмотра и прослушивания соответствующих действий, представлений. В древнем Риме, в Колизее несколько тысяч зрителей слышали объявления ведущих гладиаторских боёв без активного звукоусиления. В ближнем Подмоскowie сохранилась церковь (возможно, 13 или 14 век), в каменные стены которой вмонтированы обожжённые глиняные сосуды, открытые горла которых выходят во внутренний объём храма. Объёмы (резонансные частоты) сосудов выбраны такими, что даже при выбитых стёклах окон в помещении сохраняется большая громкость и высокая разборчивость речи, несмотря на голые стены и частично разрушенные стеновые колонны.

Католические храмы ($T_p > 5$ с) идеально приспособлены для чтения проповедей стоящим на возвышении пастырем сидящим прихожанам (громко и разборчиво для очень медленной речи). Идеальные условия для исполнения Ave Maria, все варианты которой написаны композиторами именно для исполнения в католических храмах.

В православных храмах T_p несколько меньше (больше заполнение храма и больше коэффициент поглощения стоящей пасты). Громкость остаётся прежней, а мешающее действие порхающих эхо уменьшается, если нижние по высоте два метра стен покрывают акустической штукатуркой.

Многовековая практика сформировала стереотип восприятия музыки и театральных представлений в залах с временем реверберации от 1 с до 2,5 с. Для студий поиска оптимального времени реверберации помещения для исполнения музыки проводятся непрерывно, причём обработаны сотни мнений музыкантов и слушателей, определяющих зависимость стереотипа восприятия звуковой картины от объёма помещения, в котором происходит действие.

Остановимся на оформлении звуковых и видеостудий, в которых исполняется значительная часть передаваемой информации. Всё оформление студий должно быть направлено на первичную обработку сигналов: настраивать исполнителей акустически и визуально на требуемый для данного жанра стереотип при их исполнении.

Информационно-речевые передачи обычно ведут один-два человека, главное — максимальная разборчивость речи при подчёркиваемой достоверности содержания и исполнения, $T_p = 0,4$ с. При близком расположении микрофона (в пределах до 10...15 см) результирующее T_p приближается к T_p комнаты слушателя. Помогают созданию достоверности сообщения небольшие, даже тех-

нологические разговорно-смысловые шумы.

Литературно-драматические передачи исполняют несколько (до десяти) актёров и требуют студии большего размера со специфическими акустическими условиями: от улицы — $T_p = 0$, до заглушённого "машбиора" — $T_p = 0,6$ с, "жилой комнаты" — $T_p = 0,6...0,8$ с, "комнаты под сводами" — $T_p = 3$ с. Для всех постановок требуются шумы многих бытовых устройств: скрип и стук различных открывающихся и закрывающихся дверей, окон, форточек, различных дорожных покрытий для имитации ходьбы по ним и прочих устройств, создающих различные природные и "технические" звуки. Обязательна обширная фонотека различных шумов. Помню одновременный монтаж пяти шумовых программ в вагоне "поезда революции" вплоть до подбора варианта паровозного гудка (записи гудков паровозов двадцатых годов были слишком писклявы). Исполнители ролей предпочитают сиюминутную имитацию готовым ввиду более точного ритма исполнения всего отрывка. Раньше все средства объединялись одной фониической аппаратной литературно-драматического блока.

Число исполнителей музыкальных произведений — от 1—3 до 120—159 (большой симфонический оркестр, солисты и хор). В концертных студиях возможно присутствие ещё 50—100 зрителей, объёмы концертных студий — от 100 до 10000 м³.

T_p музыкальных студий от камерных до больших концертных вырастают от 0,8 до 1,8...2 с.

При первичной обработке звуковых сигналов необходимо учитывать, что во время их воспроизведения у слушателя происходит суммирование акустических условий первичного и оконечного помещений. Наглядно это явление демонстрируется при домашней попытке сравнения записи с оригиналом — двойное суммирование акустических условий комнаты. Уменьшать время реверберации в готовой первичной записи очень сложно, поэтому первичные дубли записи делают с минимальным временем реверберации, приближая микрофон, доводя её до необходимого значения искусственно с помощью цифровых или аналоговых ревербераторов, имитирующих акустические процессы в помещениях.

Необходимо размещать микрофоны на расстоянии значительно меньше радиуса гулкости. В этом оправдание применения петличных микрофонов при введении соответствующей частотной коррекции.

T_p в студиях всегда меньше T_p залов, спроектированных для исполнения произведений определённых жанров, но достаточных для создания стереотипов звучаний в помещениях у исполнителей, необходимых для их первичной обработки при исполнении. Необходимо помнить, что звуковоспроизведение некоторыми музыкальными инструментами (особенно духовыми) в помещениях малого объёма приводит к слышимым многими нелинейным искажениям.

В телевизионных студиях оптимальная реверберация должна соответствовать кажущимся размерам помещения в кадре. Это требование относится и к звуку крупных планов: можно увеличивать реверберацию, когда исполнитель поёт или говорит, повернув голову в сторону от зрителя, а не наоборот. Не надо показывать саксофониста, вытряхивающего слинги из инструмента, во время соло скрипки.

Указанные пределы приводятся в нормативных документах для проектирования помещений, но всё может корректироваться при изменении раскладки музыкантов в конкретной студии, замыслу режиссёра, исполнителей. Окончательная настройка студий, залов происходит при их использовании.

Особенно сложна борьба с первым и с порхающими эхо. В большой концертной студии Московского радиодома появились "паруса" из звукопоглотителя, закреплённые на расстоянии около одного метра от стен с основным звукопоглотителем. Очень сложно проводить звукоусиление в зале со сплошными стеклянными боковыми стенами — заглушить такой банкетный зал нельзя.

Можно отметить, что такой же дефект (заметное, мешающее прослушиванию эхо) наблюдается в Большом оперном театре Вены. Причина в том, что гладкие ровные стенки у барьеров ярусов в стандартном многоярусном зале не содержат каких-либо рельефных украшений, помогающих рассеивать отражённые волны.

Акустические условия исполнения, в первую очередь, время реверберации помещения T_p , определяют требуемый, соответственно стереотипу восприятия аналогичных произведений в данных условиях, заложенных в памяти слушателя, динамический диапазон уровней N_2 громкости исполняемого произведения. Отсюда общепринята первичная обработка сигнала, требующая уменьшения N_1 — громкости произведения, исполняемого в помещении с большим T_{p1} при его воспроизведении в помещении с меньшим T_{p2} .

В. С. Островский (ВНИИТР, семидесятые годы прошлого века) предложил формулу $N_2 = N_1 \times T_{p2} / T_{p1}$.

Заметим, что согласно формуле В. С. Островского при озвучивании больших залов полезно добавлять реверберацию в фонограммы, предназначенные для "комнатного" прослушивания.

Самодельные певцы в караоке любят добавлять значительную реверберацию, которая создаёт иллюзию выступления в зале и сглаживает некоторые огрехи исполнения, но уничтожает индивидуальность исполнения.

Упрощённая теория возникновения реверберационных процессов в залах обычно упускает анализ возникновения первых отзвуков, которые создают индивидуальную окраску звука каждого зала и не учитывают направления прихода отражённых звуков к слушателям в разных рядах ("стереофоничность" реверберационного процесса, определяемая архитектурой зала, и в том числе "стереофоничность" самого первичного сигнала). Под "стереофоничностью" я

понимаю не только направление прихода звука от источника по ширине и высоте, но и обязательно по глубине.

Последние отчёты по измерениям новых залов обязательно включают данные по T_p от источников, расположенных в разных местах, включая зрительские.

Вспомним разницу звучаний оркестра, рассказанного на сцене, и в оркестровой яме.

Совершенно непонятно желание модных театральных архитекторов

вынести сцену к середине зала, а некоторые зрительские места располагать даже сзади, над сценой. Они забывают, что каждый музыкальный инструмент обладает своей диаграммой направленности, исходя из которых родились основные принципы рассадки исполнителей на сцене, а разборчивость речи, не говоря даже о красоте человеческого голоса, резко падает при слушании сзади.

Конечно, основное назначение залов — создать необходимую звуко-

вую картину зрителям — слушателям, но нельзя забывать и о музыкантах, которые должны слышать себя, друг друга и представлять, как их слышно в различных местах зала. Идеален по этим качествам Большой зал Московской консерватории. К сожалению, существуют залы, в которых музыканты не слышат себя, и необходимо им помогать, организовав "подзвучку сцены".

(Продолжение следует)

Усовершенствованный УМЗЧ на основе двух LM4780TA в мостовом включении

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

В статье описан усовершенствованный вариант УМЗЧ, который собран на основе двух двупольных мощных усилителей LM4780TA, включённых в мостовой режим работы и управляемых инструментальным усилителем AD8295. Показано, что эти усовершенствования существенно повысили качество и надёжность работы УМЗЧ.

Мостовое включение двух мощных усилителей, например, LM3886 или его двупольного аналога LM4780, не пользуется особой популярностью по следующим причинам.

1. Подобное включение требует двух усилителей вместо одного, работающего в стандартном режиме. А эти микросхемы достаточно дороги — LM3886 сейчас можно приобрести за 500...600 руб., а LM4780 стоит в полтора раза дороже. Поэтому в подавляющем большинстве случаев экономия является одним из негативных моментов, препятствующих использованию мостового режима работы. Но, как известно, скупой платит дважды.

2. Схема включения двух усилителей в мостовой режим работы, приведённая, например, в справочной документации на LM4780, использует один из них как инвертирующий, а второй — как неинвертирующий. Но для мостового включения требуются строго одинаковый коэффициент усиления и входное сопротивление обоих усилителей, иначе на выходе будут сильные искажения. Добиться одинакового коэффициента усиления (K_u) у такого включения иногда бывает сложно, поскольку резисторы, определяющие K_u , у обоих усилителей разные, а формулы

для K_u у инвертирующего и неинвертирующего режимов работы различаются.

3. Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) у усилителя, включённого в неинвертирующем режиме работы, как

правило, больше КНИ усилителя, включённого в инвертирующем режиме. Это дополнительно добавляет искажения в случае мостового включения, схема которого приведена в справочной документации на LM4780.

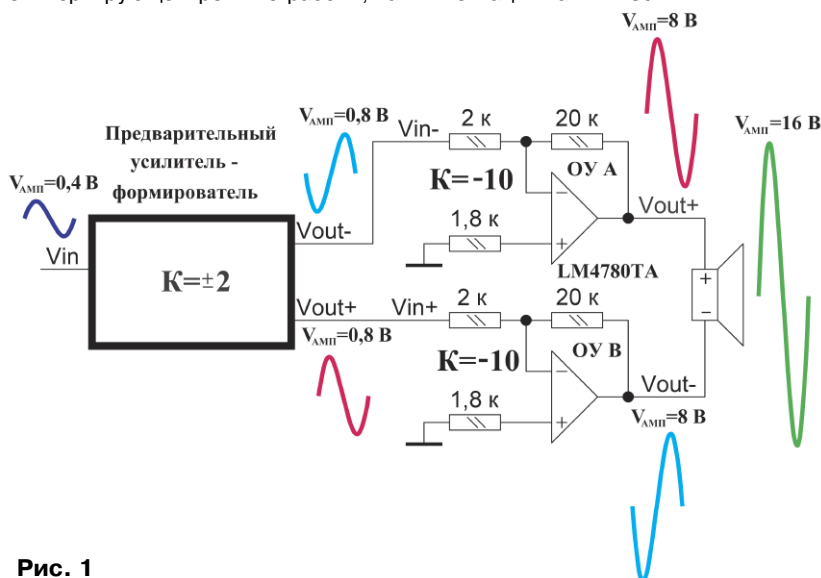


Рис. 1

Устранить негативные причины можно, если включить два усилителя по схеме **рис. 1**. Как видно из этой схемы, оба усилителя включены абсолютно идентично и работают в инвертирующем режиме. Их K_u также будет одинаков и равен 10, если использовать номиналы резисторов, указанные на рис. 1, а сами резисторы применить с допуском 1 % (а лучше 0,1 %). Кроме того, КНИ у такого включения также будет наименьшим, если K_u находится в пределах 10...20.

В схеме рис. 1 использован предварительный усилитель с $K_u = \pm 2$, формирующий два противофазных сигнала, которые подаются на вход двух мощных усилителей. Как будет видно из дальнейшего изложения, такой усилитель-формирователь просто собрать на микросхеме AD8295, в состав которой входят инструментальный усилитель (ИУ) и два дополнительных ОУ (см. далее).

Здесь следует особо отметить, что, в отличие от стандартного, мостовое включение двух мощных усилителей обладает двумя свойствами.

Максимальное выходное напряжение в зависимости от напряжения питания. Эти усилители, как и множество других, неспособны воспроизводить выходные напряжения (положительные и отрицательные), равные напряжениям питания. Разность по абсолютной величине между напряжением питания и максимальным выходным напряжением, которое способен воспроизвести усилитель, называется напряжением отсечки или отсечки (Clipping Voltage). Например, при напряжении питания ± 14 В и нагрузке 4 Ом это напряжение отсечки равно приблизительно 2,5 В (см. справочную документацию на LM4780). Другими словами, при питании ± 14 В максимальная амплитуда выходного напряжения усилителя равна $14 \text{ В} - 2,5 \text{ В} = 11,5 \text{ В}$ при соответствующем входном напряжении. Если увеличить входное напряжение, то верхушки синусоид будут обрезаться на уровне $\pm 11,5 \text{ В}$, т. е. будут иметь место существенные искажения выходного сигнала. Теперь вернёмся к прерванной последовательности изложения.

примерно удвоено. Во-вторых, напряжение отсечки при напряжении питания равно не 2,5 В, а около 3,5 В (см. справочную документацию на LM4780). То есть напряжение питания должно быть как минимум увеличено до ± 24 В.

Теперь сравним, что дешевле: добавить две микросхемы LM3886 стоимостью около 600 руб. (т. е. 1200 руб.) или одну микросхему LM4780 стоимостью около 900 руб. для получения мостового режима работы или потратить дополнительно несколько тысяч рублей для работы в стандартном включении? На взгляд автора, ответ очевиден.

Второе свойство двух микросхем, включённых в мостовом режиме, состоит в том, что для такого режима работы не требуется силовой "земли".

Если же усилитель включён в стандартном режиме работы, для него требуется уже двухполярный ИП, из которого в усилитель передаются два напряжения питания (например, $+24 \text{ В}$, -24 В) и силовая "земля", т. е. используются три провода.

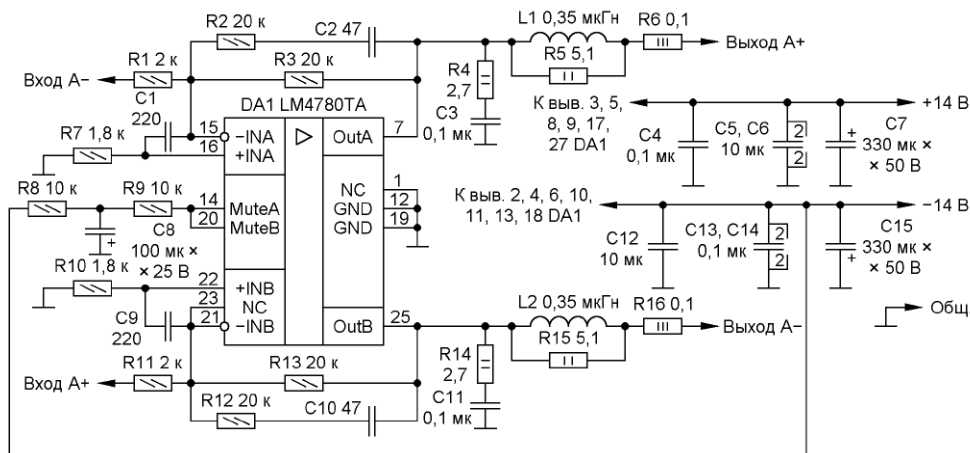


Рис. 2

Первое состоит в следующем. Если амплитудное значение синусоидального выходного напряжения каждого из усилителей, показанных на рис. 1, равно, например, 8 В, то амплитудное значение выходного напряжения, поданного на акустическую систему (АС), будет равно уже 16 В. Другими словами, выходное напряжение в мостовом включении удваивается. Если, например, сопротивление АС равно 4 Ом, то максимальная мгновенная выходная мощность, как нетрудно подсчитать, равна $16^2/4 = 64 \text{ Вт}$, а мощность, подсчитанная по действующему значению (RMS) выходного напряжения, — 32 Вт. При амплитуде выходного напряжения 9 В действующее значение выходной мощности — 40,5 Вт.

При положительной полуволне выходного напряжения, поданного на АС, минусовой вывод АС оказывается под потенциалом, близким к минусовому напряжению источника питания (ИП), а плюсовой вывод АС — к плюсовому. Насколько близко?

Здесь следует сделать некоторое отступление относительно возможности усилителя LM4780 воспроизвести

Таким образом, при напряжении питания ± 14 В и амплитуде выходного напряжения каждого из усилителя, равной 9 В, соответствующая амплитуда всего сигнала моста в 18 В и действующему значению выходной мощности 40,5 Вт, имеем запас по выходному напряжению: $11,5 \text{ В} - 9 \text{ В} = 2,5 \text{ В}$. Этот запас очень важен, поскольку сигнал практически любой фонограммы представляет собой смесь большого числа гармоник с амплитудами не более 30 % от максимальных и отдельных вкраплений, так называемых иголок, амплитуда которых превышает среднее значение в три-четыре раза. В основном это звук барабанов, тарелок и т. п. И если амплитуда этих иголок выходит за рамки, например 9 В (т. е. она больше 9 В на 1...2 В), то они воспроизводятся без искажений, поскольку имеется вышеуказанный запас в 2,5 В.

Теперь посмотрим, какое напряжение питания потребуется усилителю, включённому в стандартном режиме работы, чтобы он воспроизводил выходное напряжение, например, с той же амплитудой 18 В. Во-первых, с учётом запаса напряжения питания должно быть

При работе усилителя в мостовом режиме, как будет видно из дальнейшего изложения, потребуется однополярный ИП, и усилитель подключается к нему только двумя проводами. Но в ОУ LM3886 и LM4780 имеется "земляной" вывод (GND). Это так называемая вспомогательная "земля". К ней, в частности, подключены блокировочные конденсаторы, конденсатор RC-цепи для сигнала Mute, сигнальная "земля" и ещё некоторые компоненты (см. далее). Потребление тока такой вспомогательной "земли" не особенно большое и равно не более 0,3...0,4 А. Потенциал этой вспомогательной "земли" равен среднему значению напряжения питания. Например, если напряжение питания ИП равно 28 В, потенциал вспомогательной "земли" равен 14 В. Другими словами, напряжения питания относительно такой вспомогательной "земли" будут равны $\pm 14 \text{ В}$. А раз так, то такую вспомогательную "землю" можно легко создать с помощью относительно мощного ОУ (см. далее).

По мнению автора, такая вспомогательная "земля" будет свободна от сетевых наводок. Экспериментальная

проверка подтвердила это мнение. Предлагаемый УМЗЧ был запитан от двухполярного ИП напряжением ± 14 В и от однополярного ИП напряжением 28 В с формирователем вспомогательной "земли". В случае однополярного питания с формирователем в перерывах между фонограммами или во время пауз, даже при установке регулятора громкости на максимум, на выходе АС 35АК-016 "Орбита" была практически полная тишина, если не учитывать слабое сипение ВЧ-головой и слабое шипение СЧ-головой, в отличие от двухполярного питания, когда в АС прослушивался небольшой фон.

Основные технические параметры УМЗЧ

Диапазон воспроизводимых частот, Гц 0...20000
Выходная мощность, Вт 40
Сопровождающие нагрузки, Ом 4
Напряжение питания, В 28

Перейдём теперь к описанию схемных решений.

Схема одного канала (условно, канала А) усилителя мощности (рис. 2) построена, как конгломерат, из нескольких схем, взятых из справочной документации на микросхему LM4780, к которым добавлены некоторые усовершенствования. Схема второго канала (В) идентична, поэтому не приводится.

Оба усилителя LM4780TA (DA1) включены в инвертирующем режиме работы с коэффициентом усиления для канала А+, равным $K_u(A+) = R_3/R_1 = 20/2 = 10$, для канала А- $K_u(A-) = R_{13}/R_{11} = 20/2 = 10$.

RC-цепи R2C2 и R12C10, рекомендуемые производителем микросхемы, предназначены для блокировки самовозбуждения усилителя на высоких частотах. Резисторы R7 и R10 предназначены для устранения напряжения смещения, как это обычно принято для любого ОУ. Их номинал равен: $R_7 = R_3 \parallel R_1 = 20 \parallel 2 = 1,8$ кОм. Аналогично $R_{10} = R_{13} \parallel R_{11} = 1,8$ кОм. Установка конденсаторов C1 и C9 и RC-цепей R4C3 и R14C11 также рекомендуется производителем.

Если усилитель работает в стандартном режиме, производитель рекомендует выход подключать к АС через параллельно соединённые резистор сопротивлением 10 Ом и катушку индуктивности 0,7 мкГн. Но поскольку в данном случае оба усилителя работают в мостовом режиме, для получения того же эффекта и симметрии автор разбил эти номиналы на два. А в связи с тем что при последовательном соединении номиналы резисторов и индуктивностей складываются, к выходу каждого из усилителей подключены катушка индуктивности (L1 и L2) 0,35 мкГн и параллельно ей резистор (R5 и R15) сопротивлением 5,1 Ом (т.е. их номиналы в два раза меньше). На месте R5 и R15 автор использовал резисторы С2-29В-1Вт размерами 20×8,3 мм и сопротивлением 5,11 Ом. На них были намотаны восемь витков (получено расчётным путём) провода ПЭТВ-2 диаметром 1 мм. Измеренная прибором (измеритель

RLC АКИП-6107) индуктивность на частоте 10 кГц равна 0,4 мкГн. Вместо С2-29В-1Вт можно использовать двухваттные резисторы МЛТ-2, размеры которых чуть меньше.

Для устранения щелчков и тресков в АС при включении питания производитель рекомендует устанавливать RC-цепь R8R9C8, которая подключается к обоим входам MuteA и MuteB. Однако их номиналы, указанные в справочной документации (15 кОм, 8,2 кОм и 10 мкФ соответственно), по опыту автора, работают только при включении питания, а при выключении в АС всё равно возникают щелчки и трески. В связи с этим номиналы этих компонентов были изменены. В результате, как при включении питания, так и при его выключении, щелчки и трески в АС полностью отсутствуют.

Блокировочные конденсаторы C4—C7 подключают между плюсовым напряжением питания и общим проводом, C12—C15 — между минусовым и общим проводом.

Оксидные конденсаторы C7, C8 и C15 желательно использовать с низким импедансом (Lmp). В крайнем случае подойдут конденсаторы с низким эквивалентным последовательным сопротивлением (L ESR). Автор использовал конденсаторы Lmp компании Nichicon. Остальные конденсаторы, кроме C3 и C11, — керамические для поверхностного монтажа типоразмеров 0805 и 1206. Конденсаторы C3 и C11 — выводные плёночные на номинальное напряжение 250 В.

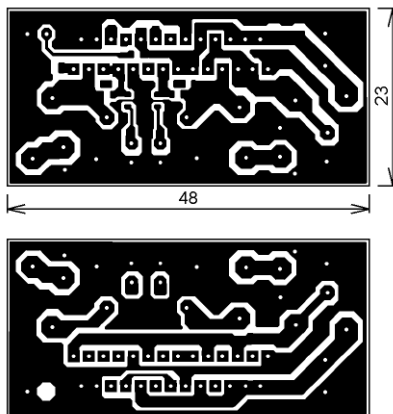


Рис. 3

Резисторы R4, R6, R14 и R16 — выводные металлофольговые (MF). Остальные резисторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0603.

Питание на плату подаётся по двум проводам, которые впаяны в плату, сечением около 1,4 мм². Общий провод сечением 0,5 мм² также впаян в плату. Все эти монтажные провода припаяны к клеммам карболитового пятиконтактного клеммника. В связи с простотой на рис. 2 он отсутствует, но его можно заметить на фотографии корпуса устройства со снятой верхней крышкой (см. далее). К клеммнику с другой стороны припаяны оба провода (каждый на два крайних контакта в параллель) от

ИП — двухжильного провода ПУГНП сечением каждой жилы 4 мм². Этот провод пропущен через переходную втулку (PG9) на задней стенке корпуса (см. далее). На втором конце провода распаян четырёхконтактный разъём — розетка XS20JK-4P, которая вставляется в ответный разъём на ИП. К среднему контакту клеммника, к которому припаян общий провод, с другой стороны припаян общий провод, идущий от формирователя искусственной "земли" (см. далее).

Два входных кабеля впаяны в плату к контактам А+ и А-. Эти кабели — экранированные монтажные провода, которые имеют сечение внутренней жилы 1,4 мм². Экран — свитые между собой медные лужёные нити, он подключён к "земляным" контактам. Чтобы экран не касался оголённых контактов компонентов платы, поверх него двойным слоем намотана фторопластовая плёнка (фумлента). Вторые концы этих выходных кабелей (их внутренние жилы) припаяны к двум контактам разъёма XS16JK-2P, укреплённым на задней стенке корпуса (см. далее). К этому разъёму ответной частью подключают два провода сечением 4 мм², вторые концы которых подключаются к АС.

Оба входных взаимно инверсных сигнала ("Вход А-" и "Вход А+") и сигнальная "земля" поступают на плату с штыревых цанговых разъёмов PSLM-2. К этим разъёмам ответными гнездами SIP-2 подключаются кабели, идущие от предварительного усилителя-преобразователя (см. далее). Эти кабели — экранированные с внутренней много-

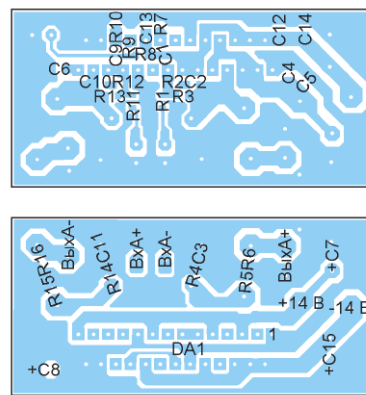


Рис. 4

проволочной медной жилой сечением 0,2...0,3 мм². Поверх экрана расположена оболочка из ПВХ.

Для получения цанговых штыревых разъёмов (PSLM-2, PSLM-3) можно приобрести 40-контактную линейку из цанговых штырей, от которой ручным лобзиком с тонкой пилкой, которую можно приобрести в любом магазине ювелирных инструментов, отрезать необходимое число штырей. А вот для получения цанговых гнезд (SIP-2, SIP-3) необходимо использовать цанговые панели для микросхем, поскольку цанговые гнезда, отрезанные от линейки из цанговых гнезд, легко соскакивают с цанговых штырей.

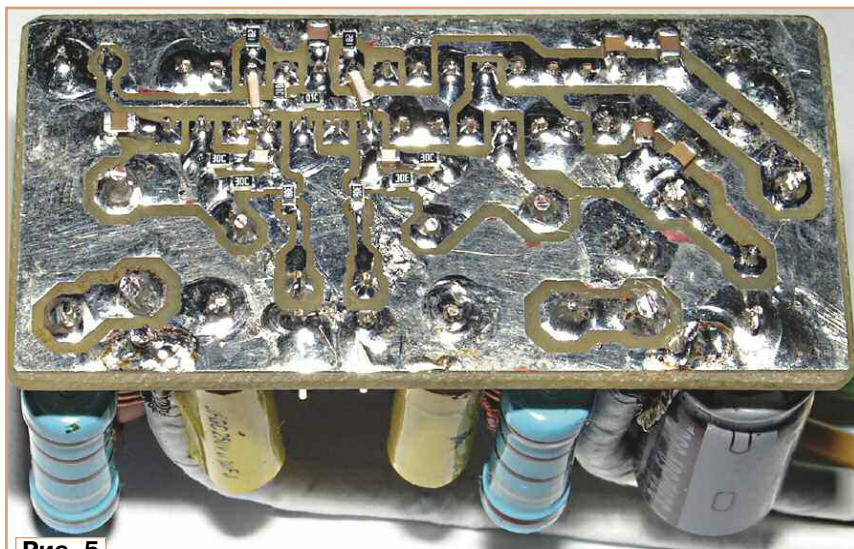


Рис. 5



Рис. 6

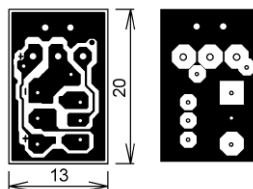


Рис. 8

одной стороны платы установлены выводные детали, с другой — детали для поверхностного монтажа (рис. 4). Все выводы элементов навесного монтажа, штыревые разъёмы и концы проводов необходимо

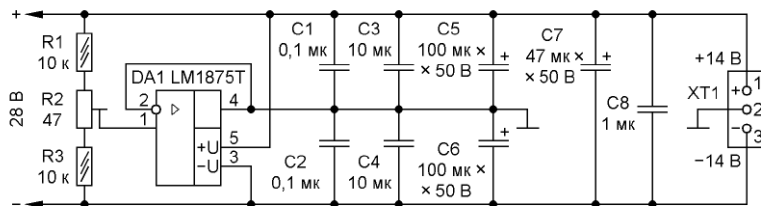


Рис. 7

Здесь следует отметить, что двухканальный мостовой усилитель на основе четырёх микросхем LM3886, опубликованный автором в [1], показал хорошую работу. Однако идентичность двух усилителей в LM4780 существенно выше, чем идентичность ОУ у двух разных микросхем LM3886, в связи с чем некоторый, правда небольшой, разбаланс двух ОУ у LM4780 существенно ниже, чем у двух ОУ LM3886.

Разводка платы мостового усилителя не отличается особой сложностью, поэтому она легко разводится и имеет размеры всего 23×48 мм (рис. 3). С

пропаять с двух сторон платы. Это же касается всех выводов микросхемы LM4780TA.

Общий вид платы одного канала усилителя мощности показан на рис. 5 и рис. 6.

Формирователь искусственной "земли". Этот формирователь на основе мощного ОУ LM1875T показал надёжную работу и подробно описан в [2]. Его схема (рис. 7) не претерпела каких-либо изменений и приводится здесь для общности, а вот разводка его печатной платы (рис. 8) несколько отличается. Имеются два изменения.

1. Для того чтобы конденсатор C7 не касался корпуса микросхемы LM1875T, нижняя часть проводников сдвинута вниз.

2. Для того чтобы не подгибать выводы подстроечного резистора R2, отверстия для него установлены в одну линию. В этом случае резистор более плотно вставляется в плату.

Расположение деталей на плате в масштабе 2:1 показано на рис. 9. На одной стороне платы установлены выводные детали, на другой — детали для поверхностного монтажа.

Общий вид формирователя (рис. 10) показан, когда он уже закреплён на теплоотводе с использованием теплопроводящей пасты, например КПТ-8. Вместо керамической изолирующей прокладки автор использовал более дешёвую слюдяную. Здесь ещё раз следует отметить, что конденсаторы C5—C7 обязательно должны быть низкочастотными (Limp). Применение стандартных конденсаторов и даже конденсаторов с низким последовательным сопротивлением (L ESR) исключено.

Предварительный усилитель-формирователь взаимно инверсных сигналов. Назначение этого усилителя-формирователя двоякое.

1. Формирование из входного сигнала двух взаимно инверсных сигналов,

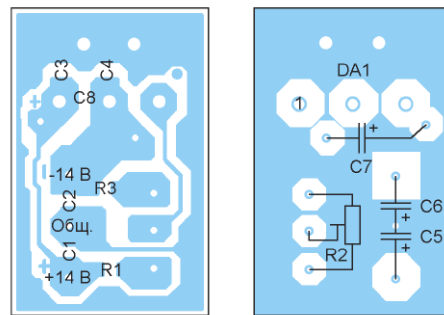


Рис. 9

усиленных по амплитуде чуть более чем в два раза ($K_u \approx 2,15$).

2. Возможность регулировки небольшого постоянного напряжения в интервале примерно от 0,3 В до +0,3 В между двумя взаимно инверсными сигналами с помощью подстроечного многооборотного резистора. Это требуется для устранения небольшого смещения по напряжению у двух ОУ усилителя мощности, входящих в состав LM4780, описанного выше. Другими словами, если входы предварительного усилителя соединить с общим проводом, а к двум выходам LM4780 подключить нагрузку в виде мощного резистора сопротивлением 4 Ома, на этом резисторе будет некоторое постоянное напряжение ($\approx \pm 0,1$ В). Для устранения, в том числе, этого разбаланса служит предварительный усилитель-формирователь.

Схема одного канала двухканального предварительного усилителя (рис. 11) существенно упрощена по сравнению с похожей схемой, опубликованной в [1].

В схеме сделаны следующие изменения по сравнению с [1].

1. Изменены напряжения двупольного питания с ± 9 В (в [1]) на ± 5 В.

2. Исключён дополнительный сдвоенный ОУ (в [1]), формирующий два образцовых напряжения (V_{rA} и V_{rB}). Теперь эти напряжения формируются с помощью подстроечного резистора R2, входящего в состав делителя напряжения R2R3R4, подключённого к напряжениям питания ± 5 В.

Основа предварительного усилителя — микросхема AD8295 (DA1). В её состав входят инструментальный усилитель (ИУ) и два обычных ОУ, один из которых имеет два прецизионных резистора сопротивлением 20 кОм, подключаемых к его инвертирующему входу.

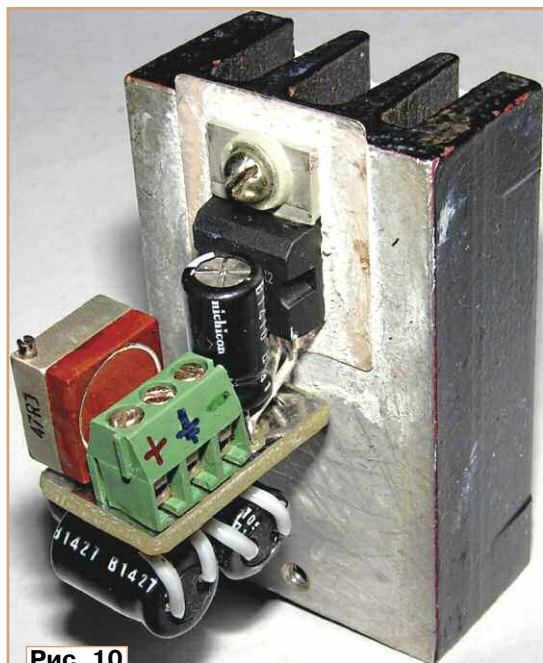


Рис. 10

Как известно, выходное напряжение ИУ определяется следующей формулой:

$$V_{outIY} = (V_{in+} - V_{in-}) \times K_u + V_{ref}, \quad (1)$$
 где V_{outIY} — выходное напряжение ИУ; V_{in+} — напряжение на неинвертирующем входе; V_{in-} — напряжение на инвертирующем входе; V_{ref} — образцовое напряжение; K_u — коэффициент усиления ИУ. Для AD8295 $K_u = 1 + 49,4 \text{ (кОм)}/R1 \text{ (кОм)}$ (см. справочную документацию), где R1 — резистор, подключённый к входам R1 (выводы 2 и 3 DA1). При $R1 = 43 \text{ кОм}$, как на схеме рис. 11, $K_u = 1 + 49,4/43 = 2,149 \approx 2,15$. Таким образом, при входном напряжении $\sim 0,3$ В (действующее значение) выходное напряжение будет $\sim 0,3 \text{ В} \times 2,15 = \sim 0,645 \text{ В}$, а его амплитудное значение будет в $\sqrt{2}$ раз больше ($0,912 \text{ В} \approx 0,9 \text{ В}$).

Если соединить с общим проводом один из входов ИУ, например неинвертирующий ($V_{in+} = 0$), то, с учётом того, что $R1 = 43 \text{ кОм}$, формула (1) упрощается и принимает вид

$$V_{outIY} = -V_{in-} \times 2,15 + V_{ref}. \quad (2)$$

Как видно из (2), выходное напряжение является инверсным по отношению ко входному; кроме того, регулируя напряжение V_{ref} , можно в небольших

пределах регулировать постоянную составляющую на выходе ИУ.

Как видно из рис. 11, выходное напряжение ИУ DA1 на выходе OUTA- (вывод 15) поступает на инвертирующий вход одного из ОУ через внутренний резистор сопротивлением 20 кОм (вход R1, вывод 10), а выход этого ОУ (вывод 7) соединён с его инвертирующим входом через второй внутренний резистор сопротивлением 20 кОм (вывод 8). К неинвертирующему входу этого ОУ подключён резистор R5, который соединён с общим проводом. Сопротивление этого резистора равно: $R5 = 20 \text{ кОм} \parallel 20 \text{ кОм} = 10 \text{ кОм}$. Таким образом, этот ОУ является классиче-

ски абсолютно не влияет на сигнал, снятый с выхода регулятора громкости (см. далее).

Второй канал усилителя-формирователя устроен аналогично, поэтому в обсуждении не нуждается.

Питание (± 14 В) поступает с разъёма XP4. Резисторы R6 и R7 совместно с блокировочными конденсаторами C1 и C2, подключёнными к входам стабилизаторов DA2 (L78L05) и DA3 (L79L05), образуют своеобразный RC-фильтр, снижающий помехи от источника питания. Конденсаторы C3—C8 — блокировочные. Второй канал усилителя-формирователя получает питание от стабилизаторов DA2, DA3.

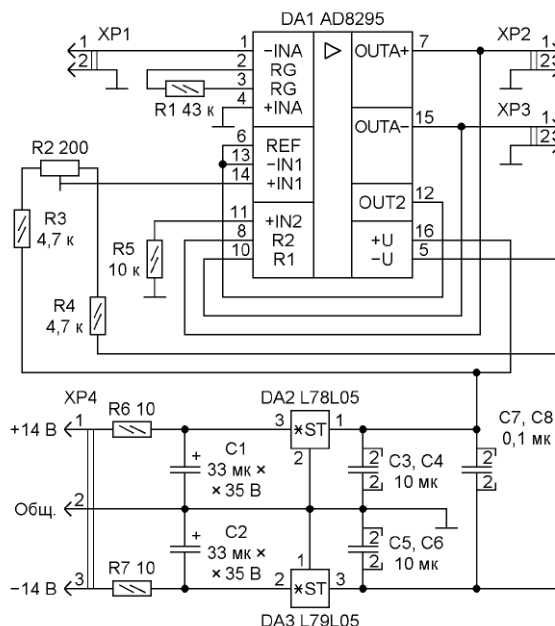


Рис. 11

ским инвертирующим с $K_u = -1$, а его выходной сигнал (выводы 7 и 8) является строго инверсным по отношению к сигналу на выходе OUTA-. Резистор R5 устраняет напряжение смещения этого ОУ, как это обычно принято для стандартного инвертирующего ОУ.

Второй ОУ, входящий в состав DA1, включён как повторитель напряжения, его выход подключён к инвертирующему входу. На его неинвертирующий вход (вывод 14) поступает напряжение с движка подстроечного резистора R2, входящего в состав делителя, который подключён к плюсовому и минусовому напряжениям питания (± 5 В). Поскольку вход REF (вывод 6) — относительно низкоимпедансный (около 20 кОм), производитель микросхемы AD8295 настоятельно рекомендует подключать образцовое напряжение, снятое с высокоимпедансного выхода, строго через повторитель напряжения, выход которого — низкоимпедансный, чтобы вход REF не влиял на напряжение с движка подстроечного резистора, что и сделано.

Вход ИУ, на который поступает входной сигнал (вывод 1), имеет огромный импеданс (100 ГОм, 2 пФ), поэтому он

Входной сигнал поступает на плату со штыревого цангового разъёма XP1. К этому разъёму ответной частью (цанговое гнездо SIP-2) подключают экранированную кабель, второй конец которого также разъёмом SIP-2 соединяют с выходным разъёмом регулятора громкости (см. далее).

Выходные сигналы V_{outA-} , V_{outA+} поступают на штыревые цанговые разъёмы XP2 и XP3. К этим разъёмам ответными частями (цанговые гнезда SIP-2) подключают экранированные кабели, вторые концы которых также разъёмами SIP-2 соединяют с входным штыревым разъёмом усилителя мощности.

Все резисторы на плате (кроме подстроечных) — для поверхностного монтажа типоразмера 0603. Все конденсаторы (кроме C1 и C2) — керамические для поверхностного монтажа типоразмера 0805, кроме C7 и C8, типоразмер которых 0603. Подстроечный резистор R2 — многооборотный марки 3296W. Оксидные конденсаторы C1 и C2 — низкоимпедансные (L Imp).

Как можно заметить из рис. 2 и рис. 11, ни в усилителе мощности, ни в предварительном усилителе-формирователе не используются раздели-

тельные конденсаторы. Причина в том, что для того чтобы пропускать низкие частоты (20...30 Гц), такие конденсаторы, во-первых, должны быть достаточно большой ёмкости (20...50 мкФ),

провода и пропаять их с двух сторон платы. Позиционные обозначения деталей второго канала предварительного усилителя имеют знак "''". Четыре боковых вывода AD8295 (контактные пло-

усилителя мощности будет равна 19 В и приближаться к максимальному выходному напряжению, которое способен воспроизводить усилитель мощности без искажений.

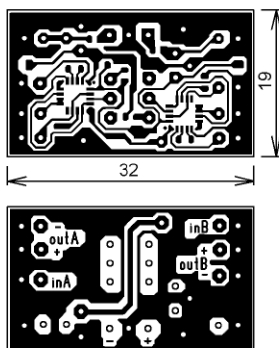


Рис. 12

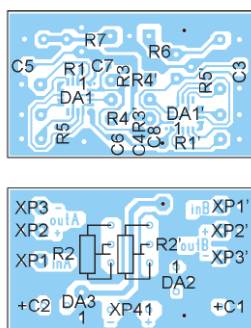


Рис. 13

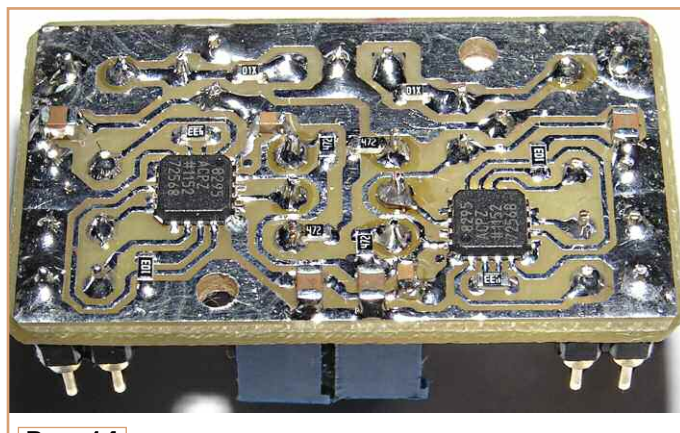


Рис. 14

т. е. быть оксидными и, кроме того, неполярными. А такие конденсаторы на высоких частотах (от 10 кГц и выше) дают существенно заметные искажения. Поэтому усилитель мощности и усилитель-формирователь сконструированы так, чтобы они имели возможность работать и с постоянной составляющей, т. е. их нижняя частота — 0 Гц. Но для этого необходима относительно точная настройка выходного напряжения (близкого к нулевому значению) усилителя в отсутствие входного сигнала.

Налаживание усилителя мощности (см. рис. 2) производится так:

1. К выходным разъёмам усилителя, предназначенным для соединения с АС, необходимо подключить мощные (мощностью не менее 20 Вт) резисторы сопротивлением 4 Ом.

2. На входные разъёмы усилителя-формирователя надеть цанговые перемычки или, другими словами, замкнуть оба входных сигнала.

3. К мощным резисторам подключить цифровой вольтметр или цифровой мультиметр так, чтобы их минус соединялся с контактами сигналов А– (или В–), а плюс — с контактами сигналов А+ (или В+), затем установить максимальное разрешение (желательно в милливольтках).

4. Включить питание и после пятиминутного прогрева отвёрткой, желательно с керамическим наконечником, вращая движок подстроечного резистора R2, добиться показания мультиметра (цифрового вольтметра) +1...+2 мВ. Меньше устанавливать не рекомендуется во избежание перекрытия выходных сигналов усилителя мощности. Многооборотные подстроечные резисторы позволяют настраивать выходное напряжение усилителя мощности с точностью до 0,1 мВ.

Разводка платы предварительного усилителя достаточно проста, в связи с чем плата имеет размеры всего 19×32 мм (рис. 12). В отверстия, отмеченные на рис. 13 чёрными точками, необходимо вставить отрезки лужёного



Рис. 15

провода, расположенные по углам) имеют внутреннее соединение с минусовым напряжением питания. Это свойство использовано в разводке. Общий вид собранной платы показан на рис. 14, рис. 15.

Назначение пик-детектора — сигнализация о превышении амплитуды выходного сигнала предварительного усилителя порогового значения 0,95 В с помощью двух светодиодов (для каждого канала) красного свечения, установленных на корпусе устройства (см. далее). При таком значении порогового напряжения в предварительном усилителе амплитуда выходного напряжения

Схема пик-детектора была опубликована автором в [1] и приводится здесь для общности (рис. 16). Единственное изменение схемы, по сравнению с [1], — вместо двухканального ОУ TL052 использован более точный ОУ TL032 (DA1).

ОУ DA1 выполняет функцию компаратора напряжений (сигналы InA и InB соответственно для каналов А и В), поданных на его неинвертирующие входы. А на инвертирующие входы поступает пороговое напряжение 0,95 В. Если входное напряжение, например InA, превышает пороговое, как известно, выходное напряжение компаратора

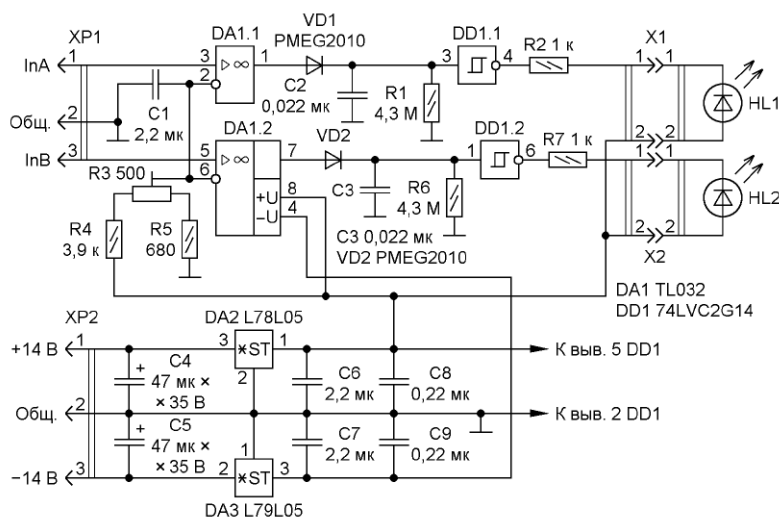


Рис. 16

скачком переключается на напряжение, близкое к плюсовому напряжению питания, в данном случае +5 В. В противном случае выходное напряжение остаётся на уровне минусового напряжения питания -5 В. Но если входное напряжение находится на уровне, прибли-

Это подключение осуществляется с помощью двух двухконтактных цанговых штыревых разъемов X1 и X2, на которые выведены сигналы LEDA-, LEDA+ (+5 В) и LEDB-, LEDB+ (+5 В). К этим разъёмам ответными частями (двухконтактными цанговыми гнездами) подключают

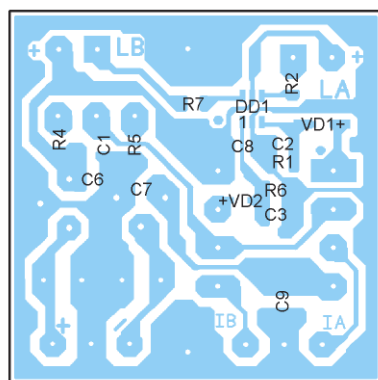


Рис. 18

тельно равном пороговому, и в некоторые достаточно короткие промежутки времени превышает пороговое напряжение, то на выходе компаратора будут наблюдаться короткие и частые скачки напряжения с -5 В на +5 В. И если выход компаратора непосредственно подключить через ограничивающие ток резисторы к светодиодам, из-за малой их инерционности они будут часто мигать, что недопустимо. Для исключения этого эффекта используется триггер Шмитта (DD1), имеющий гистерезис. RC-цепи R1C2 и R6C3 сглаживают пульсации таких скачков, а выпрямительные диоды VD1 и VD2 препятствуют проникновению минусовых напряжений на входы триггера Шмитта DD1, поскольку напряжение его питания только положительное (+5 В). Выходы триггера Шмитта через токоограничивающие резисторы R2 и R7 подключены к светодиодам (сигналы LEDA- и LEDB-).

двухпроводные кабели, вторые концы которых непосредственно соединены со светодиодами.

Для формирования порогового напряжения (+0,95 В) используется делитель напряжения R3-R5, с движка подстроечного резистора R3 которого и снимают это напряжение.

Питание на плату (+14 В, -14 В и общий провод) поступает со штыревого цангового трёхконтактного разъёма XP2. Для получения напряжений +5 В и -5 В применены стабилизаторы L78L05 (DA2) и L79L05 (DA3). Конденсаторы C4-C7 — блокировочные, необходимые для штатной работы стабилизаторов. Конденсаторы C1, C8, C9 — также блокировочные. Входные сигналы поступают на плату с штыревого цангового разъёма XP1. К этому разъёму ответной частью (SIP-3) подключают два экранированных кабеля, которые

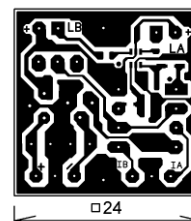


Рис. 17

своими вторыми концами соединяются с контактами разъемов XP2 и XP3, расположенных на плате предварительного усилителя (см. рис. 11).

В связи с простотой схемы плата (рис. 17) изготовлена из одностороннего стеклотекстолита и имеет размеры 24×24 мм. Расположение элементов в масштабе 2:1 показано на рис. 18, с одной стороны установлены выводные детали, с другой — детали для поверхностного монтажа. Вид собранной платы показан на рис. 19, рис. 20.

Здесь следует добавить, что использование пик-детектора в усилителе является весьма условным и не всегда

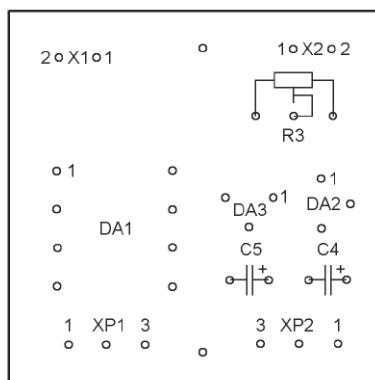
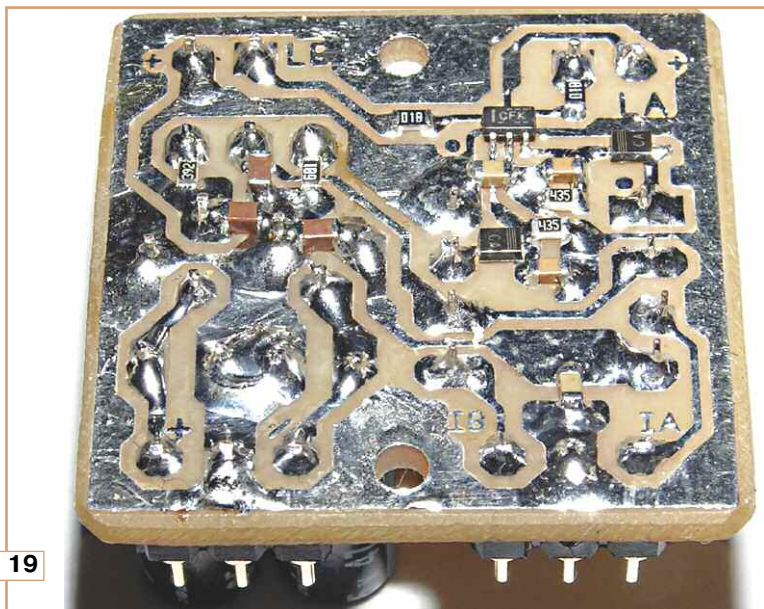


Рис. 19



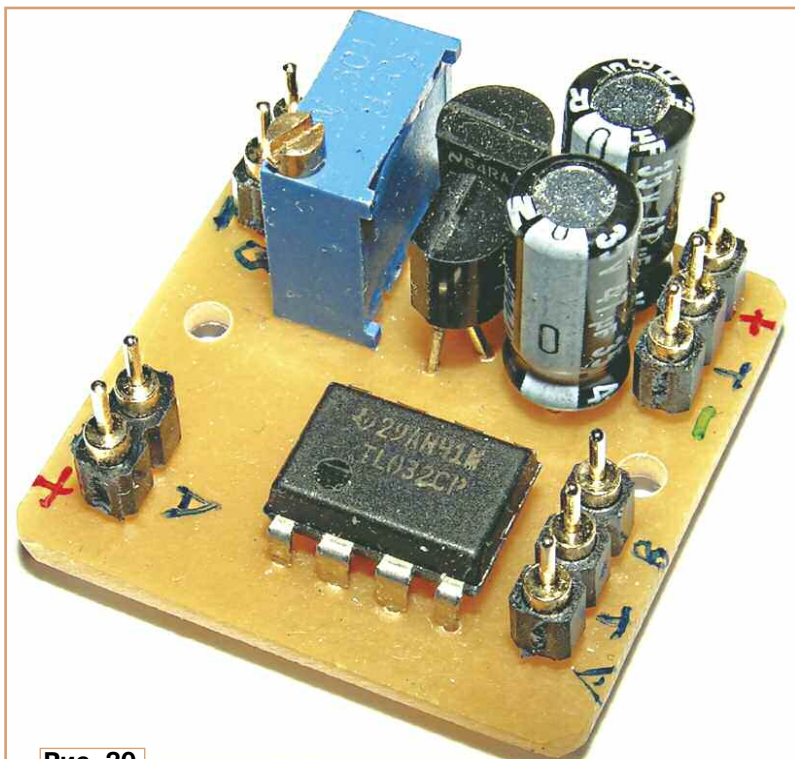


Рис. 20

Рис. 21

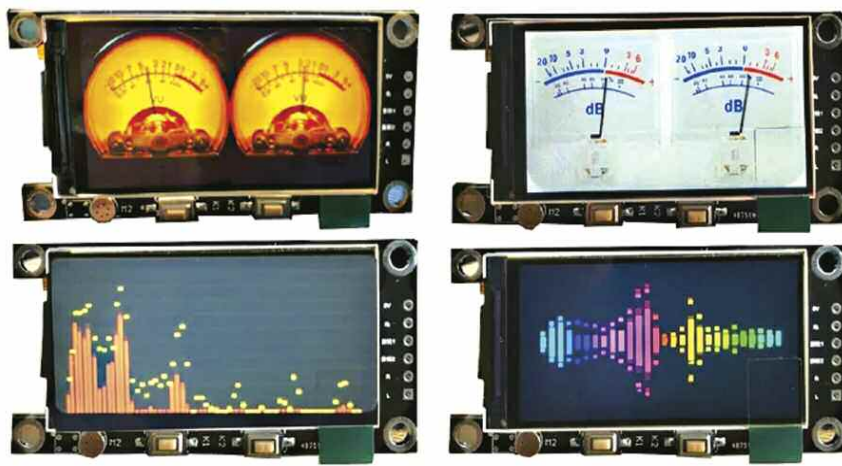


Рис. 22

обязательным. Существуют устройства, которые показывают уровень выход-

ного напряжения каждого канала усилителя. Это могут быть так называемые

VU-метры, основанные на стрелочных малоинерционных вольтметрах, некоторые из которых оснащены подсвечиваемой циферблата миниатюрными лампами накаливания (в стиле "ретро" — слева сверху на рис. 21), некоторые — без подсвечки, проградированные в децибелах (справа сверху на рис. 21). У подобных VU-метров на циферблате присутствует красная зона, при заходе стрелки на которую у усилителя могут быть искажения выходного сигнала. Подобные VU-метры (вместе с платой индикации) можно приобрести на Aliexpress по цене от 1000 руб. и выше. Такой двухканальный VU-метр был установлен автором на два мостовых усилителя на основе LM3886 (рис. 22). Третий усилитель был без VU-метра, поэтому там пик-детектор был единственным индикатором перегрузки. Хотя даже при установке VU-метра пик-детектор существенно заметнее показывает перегрузку, и мигание светодиодов сразу бросается в глаза, что невольно приводит к вращению ручки громкости в обратную сторону для снижения громкости. Бывают и дисплейные индикаторы (рис. 21 внизу), хотя их стоимость начинается от 2000 руб.

Закономерно может возникнуть идея: а нельзя ли изготовить подобный дисплейный индикатор своими силами? Можно, если в качестве дисплея использовать малоинерционный OLED-индикатор, например, OLED-1306 с высокоскоростным интерфейсом SPI и разрешением 128×64 пикселя, у которого верхняя (примерно ¼) часть состоит из светодиодов жёлтого свечения, а нижняя — из светодиодов синего, верхнюю часть можно использовать в качестве "красной зоны" или зоны перегрузки, а нижнюю — как работу в штатном режиме. В качестве уровня громкости в этом случае можно использовать что-то типа гистограммы, а для двух каналов — две гистограммы, высота которых соответствует уровню громкости. Если такой или подобный ему дисплей подключить к высокоскоростному (до 75 МГц) микроконтроллеру (МК), например EFM8LB12, имеющему в своём составе также высокоскоростной АЦП (до 900000 преобразований в секунду), то подобное устройство вполне можно использовать в качестве недорогого индикатора уровня громкости, поскольку такой дисплей можно приобрести за 150...200 руб., а стоимость МК — не более 200...250 руб. Такой МК с OLED-1306 автор в своё время применил в миллиометре, описанном в [3]. Но это, как говорят, уже другая история и тема для отдельной разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Усовершенствованный УМЗЧ на базе ИУ и мощных ОУ. — Современная электроника, 2019, № 5, с. 38—42.
2. Кузьминов А. Необычное использование аудиоусилителя LM1875T. — Радио, 2021, № 10, с. 34—42.
3. Кузьминов А. Цифровой миллиометр с ЖКИ или OLED-индикатором. — Радио, 2021, № 2, с. 33—40.

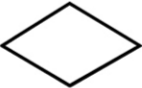
(Продолжение следует)

Торговые знаки заводов-изготовителей радиоламп СССР и России

С. БОГАТЕНКОВ (UN7FIL), г. Экибастуз Павлодарской обл., Казахстан

Несмотря на стремительное развитие технологии полупроводниковых приборов, интерес к ламповой звукоусилительной аппаратуре не иссякает, вдохновляя ценителей тёплого звучания становиться обладателями техники класса Hi-End, а радиолюбителей — создавать новые конструкции. Среди читателей журнала также популярны электронные часы на газоразрядных и вакуумных люминесцентных индикаторах. В этой связи будет весьма полезным знать производителя того или иного электровакуумного прибора, что называется, "в лицо". Торговые знаки некоторых заводов-производителей этих приборов и краткая информация о них приведены в [таблице](#).

Торговый знак	Завод-производитель
	"Светлана" , г. Санкт-Петербург. Старейший в России разработчик и производитель радиоламп, в отрасли с 1928 г. Завод выпускал широкую линейку приёмно-усилительных и генераторных ламп (в том числе для сверхмощного радиовещания), клистронов, кенотронов, электронно-лучевых трубок, счётчиков Гейгера, газотронов. В наши дни — производство импульсных клистронов серии КИУ, мощных генераторных ламп (например, ГУ-88, ГУ-103) а также некоторых типов популярных у аудиофилов иностранных ламп (6550, 300В и др.).
	Московский электроламповый завод . Выпускал октальные, пальчиковые и сверхминиатюрные радиолампы, сеточно-лучевые лампы 6Л2Г, фотоэлектрические умножители, электронно-оптические преобразователи, кинескопы, газоразрядные индикаторы (ИН-8, ИН-21, ИН-24), декатроны ОГ-5, тиратроны серии ТГ, ТГИ, механотроны, трохотроны, омегатроны РМО-4С, крайтроны ТХИ1-1000/2,5, масс-спектрометры АМН-1С, пальчиковые фотоэлементы, электрометрические лампы, манометрические преобразователи.
	Новосибирский электровакуумный завод "Союз" . Производство сверхминиатюрных, пальчиковых, октальных, керамических (6С17К, 6С36К), маячковых радиоламп, радиоламп типа "жёлудь", металлокерамические генераторные лампы (ГИ-22, ГС-35 и др.), тиратроны ТГ-213, ТГ-235, кенотроны, манометрические преобразователи ПМТ-4М.
	Опытный завод при НИИ "Восток" , г. Новосибирск. Все типы стержневых радиоламп, некоторые типы пальчиковых и "стеклянных" (1П33С, 6Ж53П, гептагрид 6Л1П); металлокерамические генераторные триоды ГИ-48, электрометрические пентоды ЭМ-10. Единственный в СССР производитель нувисторов.
	Новосибирский завод полупроводниковых приборов (ранее "Завод № 453"). Сверхминиатюрные лампы для радиовзрывателей — 1С1А, 06П1А, 1Т1А, ТГ-5Р и 1С38А; некоторые типы пальчиковых радиоламп.
	"Рефлектор" , г. Саратов. Один из крупнейших производителей приёмно-усилительных ламп в СССР. Пальчиковые, октальные радиолампы, вакуумные люминесцентные индикаторы (ИБ-1, ИБ-3, ИБ-6, ИБ-11 и др.). В настоящее время — выпуск ассортимента ламп иностранных типов (EL34, ECC-83, 12AX7 и др.) под марками Sovtek и Electro-Harmonix.

	"Тантал" , г. Саратов. Октальные (6Н9С), локтальные (6Ф11, 6Ф12), пальчиковые (6ЖЗП, 6Ж9П, 6Ж44П) лампы, вакуумные стабилитроны (СГ6С), СВЧ-приборы: магнетроны (МИ-99, МИ-126, МИ-707, М-45, МТ-1 и др.), лампы бегущей волны.
	"Рений" — опытный завод при НИИ "Исток" в г. Фрязино Московской обл. Пальчиковые, октальные радиолампы, некоторые типы генераторных ламп (Г-807, Г-837), лампы бегущей волны УВ-45, тиратроны ТХ2, видиконы, импульсные клистроны серии КИУ.
	"Восход" (Калужский радиоламповый завод) . Радиолампы пальчиковой серии.
	Орловский завод электронных приборов (ранее — Орловский радиоламповый завод "Малютка"). Первоначально специализировался на производстве сверхминиатюрных ламп (в т. ч. стержневых). В дальнейшем также выпускал некоторые типы из пальчиковой серии (6ЕЗП, 6П15П, 6Ф1П), нумитроны ИВ-13, ИВ-16, вакуумные люминесцентные индикаторы ИВ-9, ИВ-21, ИВ-26—ИВ-28.
	"Янтарь" , г. Владикавказ. Кенотроны (1Ц11П, 3Ц18П, 6Ц19П и др.), клистроны (К-19, К-352 и др.).
	"Фотон" , г. Ташкент. Октальные, пальчиковые радиолампы, газотроны ВГ-129.
	Ульяновский радиоламповый завод . Некоторые типы ламп пальчиковой (6С19П, 6Р2П), октальной (6П7С) и "стеклянной" серии (6П21С, 6П36С, 6С33С, 6С41С). Генераторные лампы серий ГУ, ГК, ГИ, ГМ, ГМИ; тиратроны ТГ1-0, 1/1, 3.
	Рязанский завод электронных приборов . Генераторные радиолампы серии ГУ, ГИ, ГМ, ГМИ, тиратроны серии ТГ, ТГИ, ТГР, ТР, газотроны ГГ, ВГ, ГКД, игнитроны И4-140/0,8А, игнитроны ИРТ-5, аркатроны АГИ1-75/1,3, высоковольтные кенотроны серии ВИ. В 1990-х некоторое время выпускал "аудиофильские" радиолампы 812А, SV572, SV811.
	"Контакт" , г. Саратов. Мощные генераторные лампы серий ГУ, ГК, ГИ, ГМИ; тиратроны ТГИ1-1000/25-1, ТГИ1-2500/50, ТГИ1-5000/50А, импульсные клистроны серии КИУ.
	Владыкинский механический завод , г. Москва. Мощные металлокерамические генераторные триоды (ГИ-7, ГИ-23, ГИ-150 и др.), титроны ПП1-0,5/10, ПП1-0,5/20.
	"Полярон" , г. Львов. Генераторные лампы серии ГУ, ГИ, ГМ, ГМИ, тиратроны ТГИ1-1000/25, ТГИ1-2500/50, вакуумные выключатели ВВ, манометрические преобразователи ПМТ-2.
	НПО "Плазма" (Рязанский НИИ газоразрядных приборов). Тиратроны серии ТГИ, разрядники, декатроны А-201.

	"Разряд", г. Владикавказ. Электронно-лучевые индикаторы 6Е5С, тиратроны ТГ, ТГИ, разрядники Р-27, спектральные лампы.
	"Электrolампа", г. Москва. Бареттеры, термисторы прямого подогрева.
	"Анод", г. Дятьково Брянской обл. Бареттеры, газовые стабилитроны серии СГ, газоразрядные индикаторы ИН-1, ИН-2, ИН-9, ИН-13, вакуумно-люминесцентные индикаторы ИВ-3, декатроны серий А, ОГ, манометрические преобразователи ПМИ-10-2, ПМИ-27, разрядники.
	НИИ знаковосинтезирующей электроники "Волга", г. Саратов. Вакуумно-люминесцентные индикаторы ИЛД1, ИЛД1-М.
	"Газотрон", г. Ровно. Газотроны серии ГГ, ГР, неоновые лампы, газоразрядные индикаторы ИН-3, ИН-6, ИН-7, ИН-12, ИН-14—ИН-16, ИН-18, ИН-19, тиратроны серий ТГ, ТГИ, ТХ, МТХ, ТХИ, вакуумно-люминесцентные индикаторы.
	Ленинградский завод им. Энгельса. Клистроны К-19, К-20, К-27, К-43 и др.

Регулируемый стабилизатор напряжения/тока для лабораторного блока питания

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

На основе стабилизатора, описание которого приводится далее, можно собрать стабилизированный лабора-

торный блок питания с регулировкой выходного напряжения и тока. Схема устройства показана на рис. 1. Она бы-

ла разработана на основе схемы из технического описания на микросхему LM317T [1]. В состав устройства входят

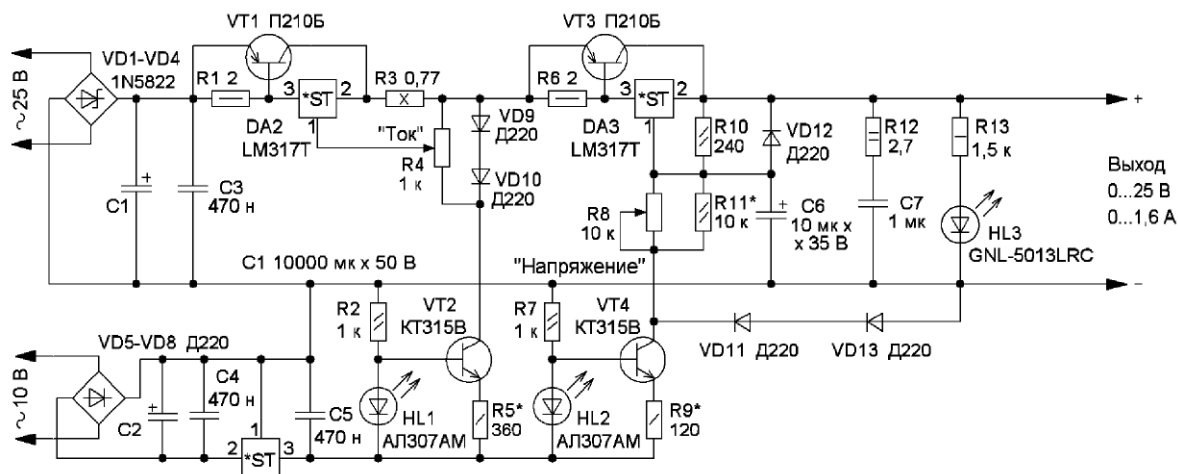


Рис. 1 C2 470 мк x 25 В DA1 L79L05ACZ

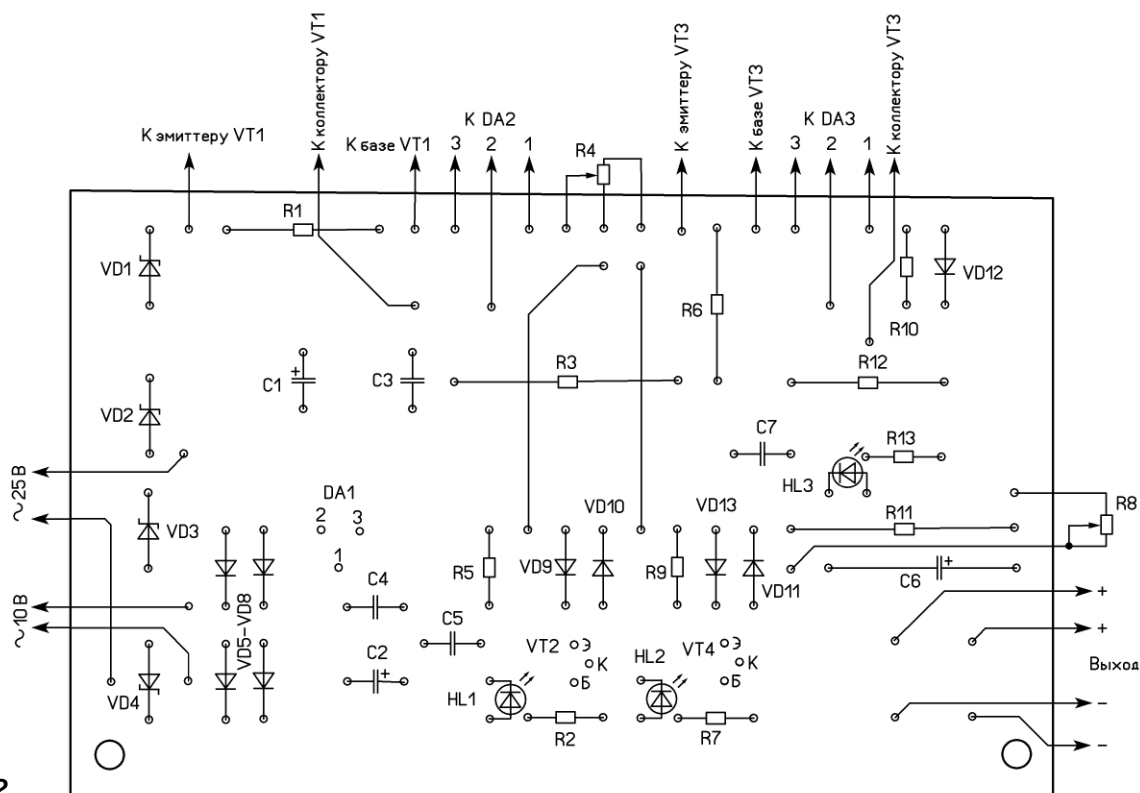
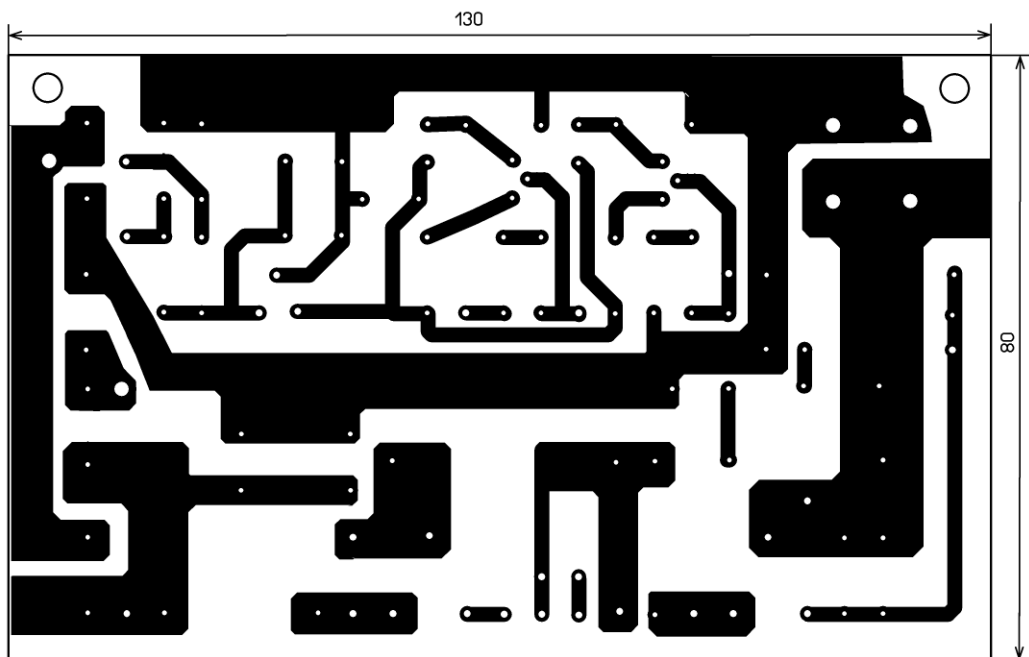


Рис. 2

включённые последовательно регулируемый стабилизатор (ограничитель) тока на микросхеме DA2 и транзисторе VT1, а также регулируемый стабилизатор напряжения на микросхеме DA3 и транзисторе VT3. Транзисторы VT1 и VT3 "берут" часть тока нагрузки на себя и тем самым облегчают режим микросхем DA2 и DA3. Интервал регулировки тока — 0...1,6 А, интервал регулировки

выходного напряжения — 0...25 В. Регулировка тока осуществляется переменным резистором R4, регулировка напряжения — переменным резистором R8.

Питаются стабилизаторы от мощного выпрямителя переменного напряжения на диодах VD1—VD4 и сглаживающем конденсаторе C1. От маломощного выпрямителя на диодах VD5—VD8 и

конденсаторе C2 питается стабилизатор напряжения минусовой полярности на микросхеме DA1. Она обеспечивает питанием два стабилизатора тока, первый — на транзисторе VT2 и светодиоде HL1, второй — на транзисторе VT4 и светодиоде HL2. Первый стабилизатор обеспечивает токком регулирующийся вход микросхемы DA2, а второй — регулирующийся вход микросхемы DA3. Бла-

годаря этому стала возможной регулировка тока и напряжения от нуля.

Светодиоды HL1 и HL2 индицируют наличие напряжения минусовой полярности. Светодиод HL3 повышенной яркости сигнализирует о наличии выходного напряжения. По яркости его свечения можно судить о выходном напряжении, если оно станет меньше 1,5 В, светодиод погаснет. RC-цепь R12C7 повышает устойчивость работы микросхемы DA3 при изменении сопротивления нагрузки.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ или аналогичные импортные с допуском $\pm 5\%$, переменные резисторы — СПЗ-4аМ с функциональной характеристикой А. Резистор R3 изготовлен из нихромовой проволоки диаметром 0,3...0,5 мм. Концы провода запрессованы в штыри от разъёма РПКМ-Ш. Неполярные конденсаторы — К73-17, К10-17, конденсатор С6 танталовый — К52-1, остальные оксидные — К50-35 или импортные. Диоды 1N5822 можно заменить диодами SR306, SR560, диоды D220 можно заменить диодами серий D223, КД521, КД522. Транзисторы П210Б можно заменить транзисторами серий 1Т813, ГТ806. Транзисторы КТ315В можно заменить транзистором серий КТ315, КТ3102 с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 30 В. В блоке питания применён трансформатор ТПП268-127/220-50.

Выводы 3 и 7 первичной обмотки соединены между собой, а напряжение 230 В подаётся на выводы 2 и 9. Выводы вторичной обмотки соединяют в следующей последовательности. Выводы 12 и 13 соединены, и переменное напряжение 10 В снимается с выво-

Микросхемы DA2 и DA3 установлены на один плоский теплоотвод общей площадью 60 см² с применением теплопроводящей прокладки и пасты КТП-8 или аналогичной. Каждый из транзисторов VT1, VT3 установлен на ребристый теплоотвод площадью около 900 см².

Обязательно применение теплопроводящей пасты. Вид смонтированной платы показан на рис. 3.

Налаживание проводят в следующей последовательности. Подборкой резистора R5 устанавливают напряжение 1,25...1,3 В на резисторе R4. Затем подборкой резистора R9 устанавливают напряжение 1,25...1,3 В на резисторе R8. При необходимости в нижнем положении движка резистора R8 подборкой резистора R11 устанавливают верхний предел регулировки выходного напряжения.



Рис. 3

дов 11 и 14. Выводы 16 и 17, 18 и 19, 20 и 21 соединены, а переменное напряжение 25 В снимается с выводов 15 и 22.

Большая часть элементов установлена на печатную плату из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, её чертёж показан на рис. 2. В отверстия для подключения проводов "Выход" и "Общий" вставлены отрезки лужёного медного провода диаметром 1,2 мм, чтобы при частых перепайках фольга не отслаивалась.

ЛИТЕРАТУРА

1. Voltage Regulator Adjustable Output, Positive 1.5 A LM317, NCV317. — URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/lm317-d.pdf> (22.12.23).
2. Трансформаторы ТПП. — URL: <https://click.ru/37EGWB> (22.12.23).

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/stab.zip> на нашем FTP-сервере.

Дроссели для импульсных источников питания на ферритовых Ш-образных магнитопроводах

При повторении импульсных источников питания и стабилизаторов напряжения или самостоятельной их разработке радиолюбители испытывают трудности в подборе магнитопроводов и расчёте индуктивных элементов устройств. Публикуемая статья должна помочь в решении таких задач.

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В одноконтурных импульсных источниках питания и стабилизаторах напряжения важнейшим элементом является дроссель или импульсный трансформатор, в котором происходит накопление энергии. Методика их расчёта при использовании ферритовых колец с зазором подробно описана в [1]. Многолетний опыт использования этой методики подтвердил её примени-

мость, можно только отметить, что используемый в таблице этой статьи коэффициент заполнения $k_{зап} = 0,3$ слишком мал, обычно можно использовать $k_{зап} = 0,5$, что иногда позволяет использовать кольца меньшего размера.

В статье [1] приведены формулы, позволяющие определить, пригодно ли имеющееся ферритовое кольцо с выполненным в нём зазором для изго-

товления дросселя с заданной индуктивностью L , который выдерживает требуемый ток $I_{МАХ}$ без насыщения материала магнитопровода:

$$L = A_L \times N^2;$$

$$A_L = \mu_0 \times S / \Delta_{эфф};$$

$$I_{МАХ} = B_{МАХ} \times \Delta_{эфф} / (\mu_0 \times N),$$

где A_L — так называемый коэффициент индуктивности; N — число витков; $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-3}$ мкГн/мм — абсолютная

магнитная проницаемость вакуума; S — площадь сечения магнитопровода; $\Delta_{\text{эфф}}$ — эффективный зазор; B_{MAX} — максимальная индукция, при которой не происходит насыщение магнитопровода.

С помощью приведённых выше формул можно найти максимальную энергию E_{MAX} , которую может накопить дроссель:

$$E_{\text{MAX}} = I_{\text{MAX}}^2 \times L/2 = B_{\text{MAX}}^2 \times \Delta_{\text{эфф}} \times S/(2\mu_0).$$

Из этой формулы следует, что максимальная энергия, накапливаемая в дросселе, при принятых в [1] допущениях (прежде всего, при большой магнитной проницаемости магнитопровода) практически определяется только двумя свойствами используемого магнитопровода — максимально допустимой индукцией его материала и эффективным объёмом зазора.

Это также означает, что энергия в дросселе на ферритовом кольце с зазором накапливается не в материале магнитопровода, а, в основном, в его зазоре, как это, на первый взгляд, ни парадоксально. Для ферритов и других магнитодиэлектриков с малой магнитной проницаемостью зазор распределён между крупинками ферромагнитного материала, и для них это утверждение неприменимо.

Определим максимальную энергию E_{MAX} , которую может накопить дроссель на Ш-образном магнитопроводе, считая, что энергия накапливается только в его зазорах.

Энергия $E_{\text{СР}}$, накапливаемая в среднем зазоре Ш-образного магнитопровода, рассчитывается так же, как и для зазора в кольцевом:

$$E_{\text{СР}} = B_{\text{MAX}}^2 \times \Delta_{\text{эфф}} \times S_{\text{СР}}/(2\mu_0),$$

где $S_{\text{СР}}$ — площадь сечения среднего сердечника; $\Delta_{\text{эфф}}$ — эффективный зазор среднего сердечника.

Энергия, которая будет накапливаться в каждом из боковых зазоров магнитопровода, рассчитывается по похожей формуле, но в эту формулу должно подставляться меньшее значение индукции $B_{\text{БОК}}$, поскольку магнитный поток распределяется по двум стержням с большим суммарным сечением:

$$B_{\text{БОК}} = B_{\text{MAX}} \times S_{\text{СР}}/(2S_{\text{БОК}}),$$

где $B_{\text{БОК}}$ — доля магнитного потока в одном боковом зазоре; $S_{\text{СР}}$ — площадь зазора среднего сердечника; $S_{\text{БОК}}$ — площадь зазора одного бокового сердечника.

Поэтому энергия в одном боковом зазоре равна:

$$E_{\text{БОК}} = B_{\text{БОК}}^2 \times \Delta_{\text{эфф}} \times S_{\text{БОК}}/(2\mu_0) = B_{\text{MAX}}^2 \times \Delta_{\text{эфф}} \times S_{\text{СР}}^2/(8\mu_0 \times S_{\text{БОК}}).$$

Суммарная энергия, накапливаемая во всех трёх зазорах, равна:

$$E_{\text{СУММ}} = B_{\text{MAX}}^2 \times S_{\text{СР}} \times [\Delta_{\text{эффСР}} + \Delta_{\text{эффБОК}} \times S_{\text{СР}}/(2S_{\text{БОК}})].$$

В последней формуле появились два новых обозначения:

$\Delta_{\text{эффСР}}$ — эффективный зазор среднего сердечника; $\Delta_{\text{эффБОК}}$ — эффективный зазор бокового сердечника.

Дело в том, что, как показано в [1], эффективный зазор существенно зависит от отношения геометрического зазора (он одинаков для среднего и боковых сердечников) к периметру зазора, а он различается у среднего и боковых сердечников.

На рис. 1 приведён график отношения эффективного зазора к геометрическому, обозначенного буквой α , от отношения зазора к периметру, обозначенного буквой β , это рис. 2 из [1]. Из этого графика следует, что эффективная ширина зазора может существенно отличаться от геометрической — в реальном диапазоне изменения β от 0,01 до 0,1 эффективная ширина зазора меньше геометрической в 1,26...2,66 раза.

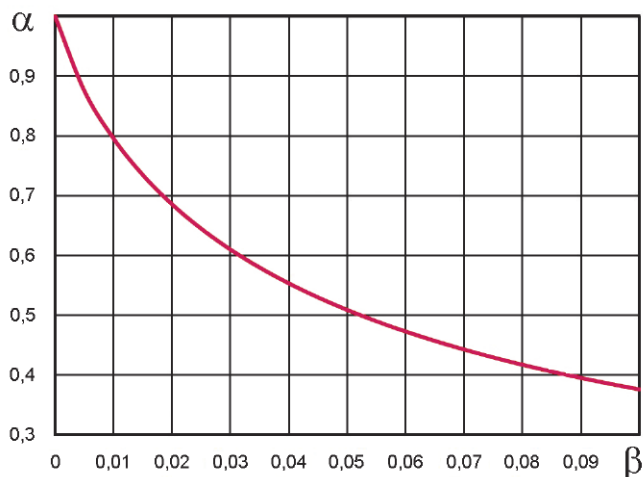


Рис. 1

Для справки приведём формулу, по которой построен этот график (её нет в [1]):

$$\alpha = \frac{1}{1 + 2\beta \left\{ 1 + \ln \left[\frac{8}{\beta} \left(1 + \frac{2}{\pi\beta} \right) \right] + \frac{2}{\pi\beta} \ln \left(1 + \frac{\pi\beta}{2} \right) \right\}}.$$

Соответственно для коэффициента индуктивности дросселя получим следующую формулу:

$$A_L = \mu_0 S / \Delta_{\text{эфф}} = \mu_0 S_{\text{СР}} / [\Delta_{\text{эффСР}} + \Delta_{\text{эффБОК}} S_{\text{СР}} / (2S_{\text{БОК}})].$$

Знаменатель последней формулы можно считать эффективным зазором Ш-образного магнитопровода в целом.

Приведённые выше формулы позволяют проверить, пригоден ли имеющийся ферритовый Ш-образный магнитопровод с вводимым в него зазором для изготовления дросселя с заданной индуктивностью L и выдерживающий требуемый ток I_{MAX} без насыщения материала магнитопровода.

Существует ещё одно важное обстоятельство, влияющее на выбор магнитопровода, — возможность намотки на него требуемого числа витков проводом соответствующего сечения. Необходимая площадь окна магнитопровода равна:

$$S_{\text{ОКНА}} = N S_{\text{ПРОВОД}} / k_{\text{ЗАП}},$$

где $S_{\text{ПРОВОД}}$ — сечение провода; $k_{\text{ЗАП}}$ — коэффициент заполнения окна.

Расчёт $S_{\text{ПРОВОД}}$ производят по формуле

$$S_{\text{ПРОВОД}} = I/j,$$

где j — допустимая плотность тока.

В качестве типового значения для j при расчёте используем 2,5 А/мм².

Подставив в формулу для расчёта площади окна выражения для N и A_L , получим следующую формулу:

$$I_{\text{MAX}}^2 L = (S_{\text{ОКНА}} k_{\text{ЗАП}})^2 S_{\text{СР}} \mu_0 / \Delta_{\text{эфф}}.$$

В этой формуле в знаменателе — упомянутый выше эффективный зазор Ш-образного магнитопровода в целом.

Однозначного расчёта конструктивных параметров дросселя по заданным индуктивности и току не существует. Однако в подборе Ш-образного магни-

топровода и определения данных обмотки может помочь приведённая ниже табл. 1, расчёты для которой произведены с учётом отличия эффективного зазора от геометрического.

В табл. 1 приведены значения A_L и максимальные значения произведения $I^2 L$ по насыщению и по заполнению, рассчитанные по приведённым выше формулам при $B_{\text{MAX}} = 0,3$ Тл, $j = 2,5$ А/мм² для пяти значений геометрического зазора при использовании магнитопроводов с размерами из табл. 6.9 справочника [2].

Следует отметить, что магнитопроводы выпускаются с минусовым допуском на размеры среднего сердечника, что, по-видимому, должно гарантировать возможность использования каркаса обмоток с номинальным размером отверстия для среднего сердечника. Поэтому в расчёте $I^2 L$ использовались минимальные размеры среднего сердечника Ш-образных магнитопроводов, изготовленных по группе точности I (повышенная точность изготовления), это примерно средние значения размеров сердечника магнитопроводов, изготовленных по группе точности II (пониженная точность). Такое уточнение размеров заметно улучшило точность расчётов A_L и $I^2 L$ по насыщению.

Для расчёта $I^2 L$ по заполнению использовались размеры окон магнитопроводов, уменьшенные по сравнению с геометрическими из-за необходимости использования каркасов для намотки. Стенки шпильки каркаса считались толщиной от 0,5 до 2 мм для магнитопроводов от Ш2,5×2,5 до Ш20×28 в расчёте на зазор между шпилькой и средним сердечником, толщину материала и толщину межслойной и межобмоточной

Типоразмер магнитопровода	A_L , мкГн, при геометрическом зазоре, мм					l^2L , A^2 мкГн, при геометрическом зазоре, мм									
	0,2	0,3	0,5	1	1,5	0,2		0,3		0,5		1,0		1,5	
						нас.	зап.	нас.	зап.	нас.	зап.	нас.	зап.	нас.	зап.
Ш2,5×2,5	0,031	0,024	0,017	0,012	0,01	88	4,5	116	2,2	160	1,6	235	1,1	286	0,9
Ш3×3	0,043	0,032	0,023	0,015	0,013	139	11,0	186	8,2	260	5,9	386	3,9	474	3,2
Ш4×4	0,072	0,053	0,037	0,024	0,02	259	57	353	42	504	29	770	19	958	15
Ш5×5	0,11	0,08	0,055	0,035	0,028	435	167	599	121	870	84	1359	53	1712	42
Ш6×6	0,15	0,108	0,074	0,046	0,036	655	615	910	443	1338	301	2127	189	2703	149
Ш7×7	0,209	0,149	0,1	0,062	0,048	844	1882	1183	1343	1759	903	2848	558	3656	434
Ш8×8	0,231	0,164	0,11	0,068	0,052	1264	5165	1777	3676	2654	2461	4323	1511	5570	1172
Ш10×10	0,341	0,241	0,159	0,096	0,073	2194	11299	3109	7975	4703	5273	7813	3174	10187	2434
Ш12×15	0,6	0,419	0,274	0,161	0,122	4060	26440	5802	18499	8898	12062	15125	7097	20008	5365
Ш16×20	1,047	0,726	0,466	0,268	0,199	7514	122475	10839	84908	16870	54555	29407	31296	39555	23267
Ш20×28	1,845	1,27	0,806	0,453	0,332	13109	357196	19044	245875	29991	156132	53400	87687	72895	64237

изоляция. Толщина щёчек каркасов считалась от 2×0,5 до 2×2 мм.

При аккуратной намотке витков к витку теоретически коэффициент заполнения такого каркаса может быть равен $\pi/4 = 0,785$, при расчёте l^2L по заполнению использовалось значение 0,5.

Следует также помнить, что если изготавливается не однообмоточный дроссель, а трансформатор, для второй обмотки следует оставить в окне почти столько же места, сколько занимает первичная, т. е. площадь, доступная для намотки, должна быть в два раза больше, чем для дросселя, а подбираемый магнитопровод должен иметь l^2L по заполнению в четыре раза больше.

Подбор магнитопровода и расчёт конструктивных параметров дросселя продемонстрируем на примере.

Пусть необходим дроссель индуктивностью 2500 мкГн на рабочий ток 0,7 А. Для него значение $l^2L = 1225$, по таблице подбираем магнитопровод Ш7×7. При зазоре 0,5 мм имеем возможность намотать дроссель с запасом по $l^2L_{\text{нас}}$ в 44 % (колонка "нас." — 1759) и с небольшой недостаткой по $l^2L_{\text{зап}}$ (колонка "зап." — 903). Интерполируя в сторону уменьшения зазора до 0,4 мм, можно ожидать, что получится некоторый запас, как по $l^2L_{\text{нас}}$, так и по $l^2L_{\text{зап}}$.

Определим параметры дросселя при табличном зазоре 0,5 мм. Для него коэффициент индуктивности по таблице равен $A_L = 0,1$, необходимое число витков $N = \sqrt{L/A_L} = \sqrt{2500/0,1} = 158$.

Допустимый ток $I_{\text{MAX}} = \sqrt{l^2L_{\text{нас}}/L} = \sqrt{1759/2500} = 0,84$ А.

Для $I = 0,7$ А при $j = 2,5$ А/мм² необходим провод сечением $S_{\text{пров}} = I/j = 0,7/2,5 = 0,28$ мм², диаметр провода по меди — 0,6 мм, использовался провод ПЭВ-2.

На каркас магнитопровода было намотано 160 витков такого провода. Для проверки измерялись индуктив-

ность дросселя и максимальный ток при различных зазорах. Зазоры в дросселе 0,2 и 0,3 мм обеспечивались прокладками между боковыми кернами из бумаги для принтеров из расчёта её толщины 0,1 мм, а зазоры от 0,5

до 1,5 мм — прокладками из обрезков гетинакса толщиной 0,5 мм.

Индуктивность изготовленного дросселя при различных геометрических зазорах $\Delta_{\text{ГЕОМ}}$ измерялась прибором, описанным в статье [3], а для про-

Таблица 2

$\Delta_{\text{ГЕОМ}}$, мм	$L_{\text{ЭКС}}$, мкГ	$L_{\text{РАСЧ}}$, мкГ	Откл., %	$I_{\text{МАХЭКС}}$, А	$I_{\text{МАХРАСЧ}}$, А	Запас по току
0,2	4750	5350	-11,2	0,7	0,4	1,75
0,3	3600	3814	-5,6	0,9	0,56	1,61
0,5	2480	2560	-3,1	1,3	0,83	1,57
1	1590	1587	0,2	1,8	1,34	1,34
1,5	1300	1228	5,9	2,7	2,3	1,17

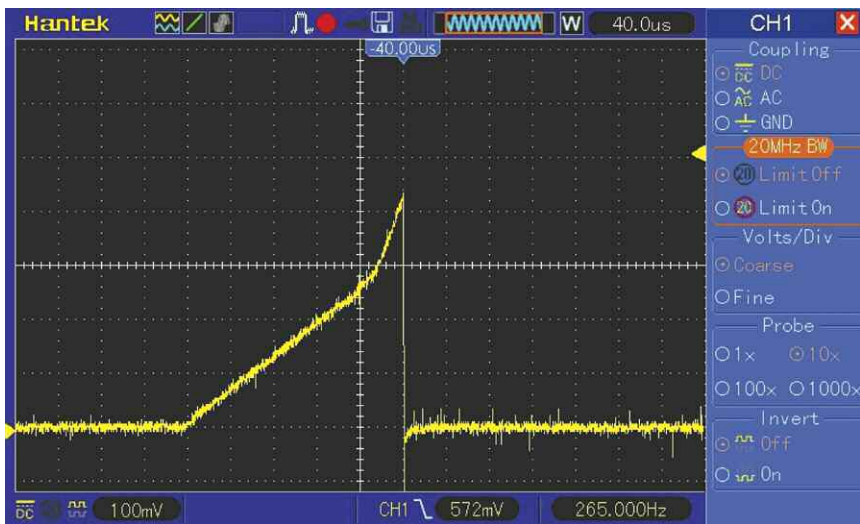


Рис. 2

верки тока насыщения использовалась приставка к осциллографу, схема которой приведена на рис. 3 в [1].

В табл. 2 приведены результаты проверки.

Сравнивая результаты экспериментальных измерений с расчётными, можно сделать следующий вывод.

Реальная индуктивность при малых зазорах (0,2...0,3 мм) получается несколько меньше расчётной. Это может быть следствием того, что при таких зазорах сказывается конечность собственной магнитной проницаемости материала магнитопровода, неточность стыковки половин, неровность торцов кернов, и эффективный зазор получается больше используемого при расчёте. Эту неточность можно компенсировать намоткой катушки с некоторым запасом по числу витков с последующей отмоткой лишних.

Допустимый ток по результатам эксперимента получается с существенным запасом, что весьма полезно. То, что указано в табл. 2 как $I_{\text{МАХЭК}}$ — это предельное значение тока, граница насыщения конкретного использованного в

эксперименте ферритового магнитопровода, ток, при котором происходит излом зависимости тока от времени при приложении к дросселю постоянного напряжения.

На рис. 2 приведена осциллограмма зависимости тока через изготовленный дроссель с зазором 1,5 мм при приложении к нему импульса напряжением 20 В. Сопротивление токоизмерительного резистора (R_7 на рис. 3 в [1]) равно 0,1 Ом, излом кривой происходит при токе 2,7 А. По скорости нарастания тока на линейном участке можно определить индуктивность дросселя — за 160 мкс ток увеличился до 2,5 А:

$$L = U \times T/I = 20 \times 160 \times 10^{-6} / 2,5 = 1280 \text{ мкГн},$$

что вполне согласуется с результатами измерения индуктивности с помощью прибора [3].

Для уменьшения потерь полезно иметь хороший запас по току, особенно, если используемый ферритовый магнитопровод имеет плавный вход в состояние насыщения (см., например, рис. 2 в статье [4]).

Проведённая проверка изготовленного дросселя подтвердила точность расчёта необходимого числа витков лучше $\pm 10\%$, а также обеспечение хорошего запаса по току насыщения, что можно считать неплохим результатом, учитывая ошибки установки ширины зазора и множество допущений при выводе формул.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Дроссели для импульсных источников питания на ферритовых кольцах. — Схемотехника, 2002, № 6, с. 4—7.
2. Сидоров И. Н., Христинин А. А., Скорняков С. В. Малогабаритные магнитопроводы и сердечники. Справочник. — М.: Радио и связь, 1989, 384 с.
3. Бирюков С. Цифровой измеритель RCL. — Радио, 1996, № 3, с. 38—41; № 7, с. 62; 1997, № 7, с. 32; 1998, № 5, с. 63; 2001, № 5, с. 44.
4. Бирюков С. Расчёт маломощных обратнотокходовых преобразователей напряжения на микросхемах. — Радио, 2017, № 4, с. 30—34.

Доработка стиральной машины Samsung

Е. ГЕРАСИМОВ, станция Выселки Краснодарского края

Жизнь современного человека немыслима без различной бытовой техники, которая, особенно от ведущих мировых брендов, отличается функциональностью и надёжностью, всё же и она иногда работает не совсем адекватно... Хочу поделиться опытом устранения проблемы, возникшей при эксплуатации стиральной машины (СМ) фирмы Samsung. Замечу, что такая проблема возникает не у всех, а также то, что в сервисных центрах или ремонтных мастерских эту проблему не устраняют, поскольку потребуются некоторая переделка блока управления СМ, а это ни в сервисных центрах, ни в мастерских не делают. В лучшем случае порекомендуют купить хороший сетевой фильтр, а в худшем, пользуясь неведением клиента, могут предложить заменить блок управления, двигатель, прошивку... Естественно, цена за ремонт при этом существенно вырастет, но проблема в итоге так и останется. Поэтому думаю, что полученный мной опыт может пригодиться

радиолюбителям, занимающимся ремонтом или имеющим СМ, в приводе которой установлен коллекторный двигатель с ременной передачей и

устройством плавного пуска. Разумеется, если они столкнутся с такой же проблемой.

Описанная в статье ситуация, хотя и похожа на неисправность, строго говоря, ею не является, скорее, это непригодность к нашим реалиям... Но, даже несмотря на такое определение, она делает пользование СМ сложным, а иногда и невозможным в принципе.

Итак, при эксплуатации СМ Samsung WF0500NZW иногда стали появляться весьма неприятные ситуации. Самой безобидной из них была самопроизвольная остановка СМ во время стирки. После некоторой паузы она запускалась и продолжала работать, как ни в чём не бывало. Причём за время стирки таких пауз могло быть несколько и различной продолжительности, поэтому сам процесс стирки заметно удлинялся.

Но иногда были и более неприятные ситуации — очень быстрый разгон барабана до недопустимых в

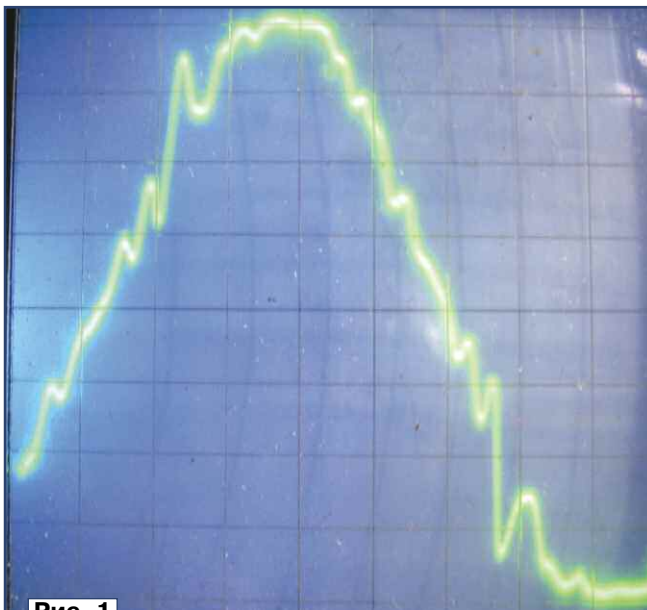


Рис. 1

момент стирки оборотов, причём с большой амплитудой радиального смещения из-за дисбаланса при запуске. При этом из-за возникающих рывков СМ даже смещалась с места, а амплитуда смещения барабана была такой, что наблюдались весьма жёсткие удары его корпуса о корпус СМ. Иногда был слышен визг приводного ремня, проскальзывающего из-за резкого разгона двигателя. Также изредка наблюдались сбои таймера. При этом на индикаторах не высвечивался ни один из кодов ошибки, указанных в инструкции к СМ и найденных мной на специализированных сайтах.

В итоге, после довольно долгих поисков неисправности, решил проверить узел синхронизации с напряжением сети, чтобы понять хотя бы причины резкого разгона двигателя. Ведь для нормальной работы СМ двигатель должен запускаться плавно. Для этого обычно используется симисторный регулятор, работа которого синхронизируется с переходом напряжения сети через ноль. На всякий случай решил проверить и сетевое напряжение осциллографом. Оказалось, что в сети иногда появляются гармоники основной частоты. Их хорошо видно на **рис. 1**, причём их амплитуда оказалась

барабана. Видимо, причина здесь в том, что форма тока и напряжения на нагрузке симисторного регулятора далека от синусоиды.

Недорогих решений в Интернете найдено так и не было, однако как-то решать проблему было просто необходимо, поэтому на основе реальной печатной платы блока управления СМ была нарисована схема узла синхронизации, показанная на **рис. 2**. Ёмкость конденсатора С1, а также тип оптотары и транзистора установить не удалось, да и особой нужды в этом нет. При проведении измерений осциллографом оказалось, что на коллекторе транзис-

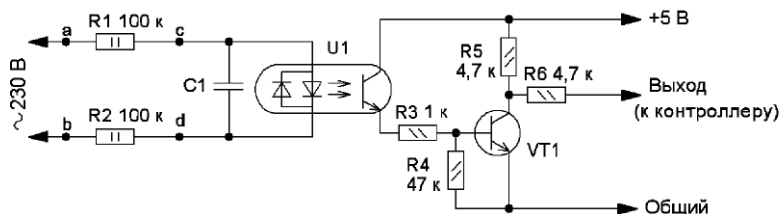


Рис. 2

Понятно, что эксплуатация такой СМ, становится весьма сложной и непредсказуемой, поэтому за ней необходим постоянный присмотр, чтобы при возникновении аварийной ситуации быстро отключить её от сети. Об отложенном времени стирки при этом можно вообще забыть. Также после нештатной остановки СМ и её экстренного отключения, а затем нового запуска цикл стирки приходится начинать сначала, с новой загрузкой моющих средств и заливкой воды, что тоже не прибавляет оптимизма... Наконец, рывок барабана и его корпуса может привести к разрушению элементов СМ и её непригодности к дальнейшей эксплуатации, а также заливке помещения водой, что может привести к значительным расходам.

сравнима с амплитудой сетевого напряжения.

Для измерений использовался самодельный осциллограф, а напряжение на его вход подавалось через понижающий трансформатор ТП20-17. Понятно, что осциллограф и трансформатор и сами вносят искажения, но их влияние на результат исследования невелико. Частоту этой гармоникой я не измерял, да и нужды в этом нет, достаточно убедиться, что гармоника присутствует. Попытки обратиться на это внимание энергоснабжающей организации, как и ожидалось, успехов не имели.

Естественно, возникло подозрение, что именно эти гармоники и "сбивают" контроллер СМ. Поиски решений проблемы в Интернете, увы, к успеху не привели, разве что удалось узнать о том,

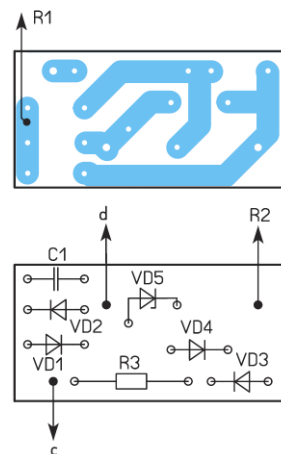
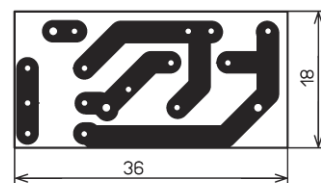


Рис. 4

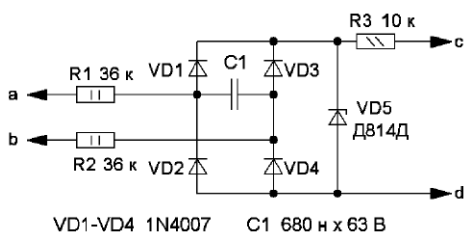


Рис. 3

Поскольку подобные ситуации возникают не всегда, поиск неисправности существенно усложняется, в чём пришлось убедиться лично. Тем более, что подобные "симптомы", кроме, пожалуй, сбоя таймера, могут быть вызваны и другими причинами, например, плохим контактом реле или разъёма, искрением щётки двигателя и даже плохой пайкой кварцевого резонатора на плате блока управления.

что гармоники в сети не такая уж и редкость, и борьба с ними иногда представляет серьёзную проблему. Попытки применить самодельный LC-фильтр успехом не увенчались. Более того, чуть не привели к разрушению СМ из-за нештатного разгона

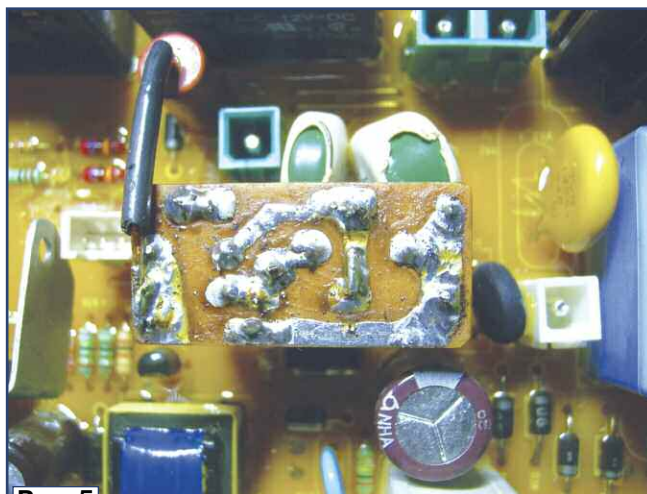


Рис. 5

тора VT1 через небольшой интервал от основного импульса иногда появляется ещё один, дополнительный. С ним, воз-

можно, ещё можно было бы мириться, но иногда он начинал мерцать — его амплитуда часто изменялась, причём хаотически. Часто она находилась на неприемлемом для цифровой техники уровне, между лог. 0 и лог. 1. Параллельно диодам оптотпары U1 подключён конденсатор, образующий совместно с резисторами R1 и R2 RC-фильтр, эффективность которого, видимо, невысока. Повысить эффективность этого фильтра простым изменением ёмкости конденсатора C1 не получилось, и указанный недостаток не был устранён.

Возникла мысль увеличить амплитуду сигнала синхронизации, изменив часть схемы на рис. 2. Доработанная схема показана на рис. 3. Особых пояснений она не требует, хотя, возможно, резисторы R1, R2 и конденсатор C1 потребуют подбора в зависимости от параметров оптотпары, а также частоты и уровня гармоник. Не следует слишком сильно увеличивать ёмкость конденсатора C1, поскольку при этом синхрои́мпульс может заметно запаздывать относительно перехода сетевого напряжения через ноль, правда, как это повлияет на работу СМ, не проверял. Возможно, никак, но возможно и

падение мощности двигателя на максимальных оборотах.

Оптотпара оставлена штатная. Также оставлен на плате конденсатор, подключённый параллельно оптотпаре (C1 на рис. 2). Новые детали включены взамен штатных резисторов R1 и R2 между точками a, b, c, d (см. рис. 2), и большинство из них размещены на печатной плате, чертёж которой показан на рис. 4. Она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Штатные резисторы R1 и R2 (см. рис. 2) были заменены двумя резисторами МЛТ (R1 и R2 на рис. 3), один из которых, R2, также использован как монтажная стойка. Резистор R1 установлен отдельно, как видно на рис. 5, где показан монтаж дополнительной платы на плате блока управления СМ. Ещё две стойки изготовлены из медной проволоки диаметром 1 мм, на которые надеты втулки из стержней для шариковых ручек. На чертеже платы отверстия для стоек зачернены. Чтобы не сверлить лишних отверстий в плате блока управления, стойки установлены в отверстия платы, оставшиеся после удаления штатных резисторов R1 и R2 (см. рис. 2).

Разумеется, в других моделях СМ схема узла синхронизации и расположение её деталей на плате блока управления могут быть иными.

После описанной выше доработки сбой в работе СМ полностью прекратился.

Замечу также, что подобная проблема может возникнуть не только в СМ, поскольку есть довольно много устройств, где для тактирования цифровых узлов используется напряжение со вторичной обмотки трансформатора. Мне, например, после опыта с переделкой СМ, удалось таким же способом улучшить старый музыкальный центр, который долгое время используется как УМЗЧ для компьютера и УКВ-приёмник. Он часто неадекватно реагировал на нажатие штатных кнопок управления, а иногда и вовсе отказывался работать.

От редакции. Чертёж печатной платы в программе Sprint-Layout и видео, иллюстрирующее появление дополнительного импульса, находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/sm.zip> на нашем FTP-сервере.

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

О. ИЛЬИН, г. Казань

В процессе дистанционного управления авиа-, авто- или судомоделями, помимо пропорциональных команд, которыми задают угловое положение качалки исполнительных механизмов — сервоприводов, связанных с соответствующими органами управления моделью, изменяющими траекторию её движения или число оборотов двигателя силовой установки, часто возникает необходимость в дискретных командах. Например, при пилотировании авиамодели дискретные команды могут понадобиться для уборки и выпуска шасси, включения бортовой аппаратуры телеметрии или аэрофотосъёмки, сбрасывания грузов, а при управлении авто- и судомоделями — для реверсирования направления движения ("вперёд — назад"), включения ходовых огней, гудка или сирены, имитации звуков выстрелов орудийных башен и т. п. Поэтому в шифраторах и дешифраторах команд многоканальных систем дистан-

ционного управления моделями желательно совмещать функции как пропорционального, так и дискретного управления.

В шифраторах многоканальных систем дистанционного пропорционального управления моделями [1—4] сигналы, содержащие информацию о значении передаваемой команды, формируются, как правило, изменением ширины канальных импульсов, длительность которых в зависимости от положения рукоятки управления передатчика может изменяться в интервале 1...2 мс. Для передачи информации по каналу связи эти импульсы преобразуются в синхрои́мпульсы фиксированной длительности 0,1...0,5 мс, образующие канальные послышки, разделённые синхропаузой и следующие с частотой 50...60 Гц. Информация о значении передаваемой команды в соответствующем канале содержится во временном интервале между син-

хрои́мпульсами канальных посылок, а число импульсов в них зависит от числа каналов управления. Дешифратор приёмника распределяет синхрои́мпульсы канальных посылок по каналам, восстанавливает ширину канальных импульсов и передаёт их на соответствующие исполнительные механизмы модели.

В шифраторах многоканальных систем дистанционного дискретного управления моделями [1—4] каждая команда обычно формируется путём генерации низкочастотного колебания определённой частоты — поднесущей. Сигналы поднесущих частот всех каналов подаются на сумматор, а затем — на вход передатчика, в котором происходит модуляция суммарным сигналом несущей частоты. Дешифратор приёмника выделяет сигналы поднесущих частот и распределяет их по соответствующим каналам посредством M параллельно соединённых входами полосо-

вых фильтров, где M — число каналов системы дистанционного управления, и формирует сигналы, которыми приводятся в действие соответствующие исполнительные механизмы модели, при этом по номеру полосового фильтра, на выходе которого появился командный сигнал, судят о назначении принятой команды.

В шифраторах и дешифраторах систем дистанционного управления моделями, совмещающих в себе функции пропорционального и дискретного управления, применяется как широтно-импульсное, так и частотное кодирование-декодирование команд. Например, в аппаратуре дистанционного управления моделями "Диспроп" [5] изменяемая длительность пауз между командными импульсами используется для пропорционального управления, а их внутренняя часть заполняется импульсами, следующими с частотами дискретных команд. Недостатки шифратора и дешифратора этой аппаратуры — наличие только одного канала пропорционального управления ("влево-вправо") и невозможность одновременного исполнения нескольких дискретных команд.

Предлагаю свободные от указанных недостатков свои варианты шифратора и дешифратора пропорционально-дискретных команд для многоканальной системы дистанционного управления моделями. Шифратор и дешифратор пропорционально-дискретных команд выполнены на доступной элементной базе, просты в налаживании и стабильны в работе. В их основе лежат функциональные узлы, описанные в [6—11].

Основные технические характеристики

Число каналов пропорционального управления	4
Длительность канальных импульсов пропорциональных команд, мс	1...2
Длительность синхроимпульсов канальных посылок пропорциональных команд, мс	0,3
Длительность синхروпаузы канальных посылок пропорциональных команд, мс, не менее	10
Число дискретных команд	3
Число дискретных команд, исполняемых одновременно	3
Частоты поднесущих дискретных команд, Гц	3000, 4000
Длительность канальных посылок дискретных команд, мс	3
Период повторения канальных посылок пропорциональных и дискретных команд, мс	20
Напряжение питания шифратора, В	12
Напряжение питания дешифратора, В	12
Ток потребления шифратора, мА, не более	90
Ток потребления дешифратора, мА, не более	30

Функциональная схема шифратора пропорционально-дискретных команд приведена на **рис. 1**, где А1 — шифра-

тор пропорциональных команд, А2 — узел выделения синхропаузы, А3 — шифратор дискретных команд, А4 — сумматор.

Шифратор пропорциональных команд А1 включает в себя генератор прямоугольных импульсов 1G1; формирователи коротких импульсов — дифференцирующие цепи 1R1-1C1, 1R3-1C2, 1R5-1C3, 1R7-1C4, 1R9-1C5; формирователи канальных импульсов — одновибраторы 1U1—1U4, длительность выходных импульсов которых регулируется соответствующими переменными резисторами 1R2, 1R4, 1R6, 1R8, попарно сопряжёнными посредством специальных механизмов [1—4] с двумя рукоятками управления передатчика, задающими угловое положение вала этих резисторов относительно его оси вращения; формирователь синхроимпульсов канальных посылок пропорциональных команд — одновибратор 1U5; цепь формирования импульсов запуска одновибратора 1U5 — диоды 1VD1—1VD5, резистор 1R10 и дифференцирующие цепи 1R1-1C1, 1R3-1C2, 1R5-1C3, 1R7-1C4, 1R9-1C5.

Узел выделения синхропаузы А2 включает в себя инвертор 2U1; RS-триггер 2D1; формирователь напряжения высокого логического уровня 2G1; сдвиговый регистр 2D2; формирователи коротких импульсов 2U2, 2U3.

Шифратор дискретных команд А3 включает в себя формирователь коротких импульсов 3U1; инвертор 3U2; одновибратор 3U3; формирователи коротких импульсов 3U4, 3U5; одновибраторы 3U6, 3U7; командные кнопки 3SB1—3SB3; управляемый по частоте

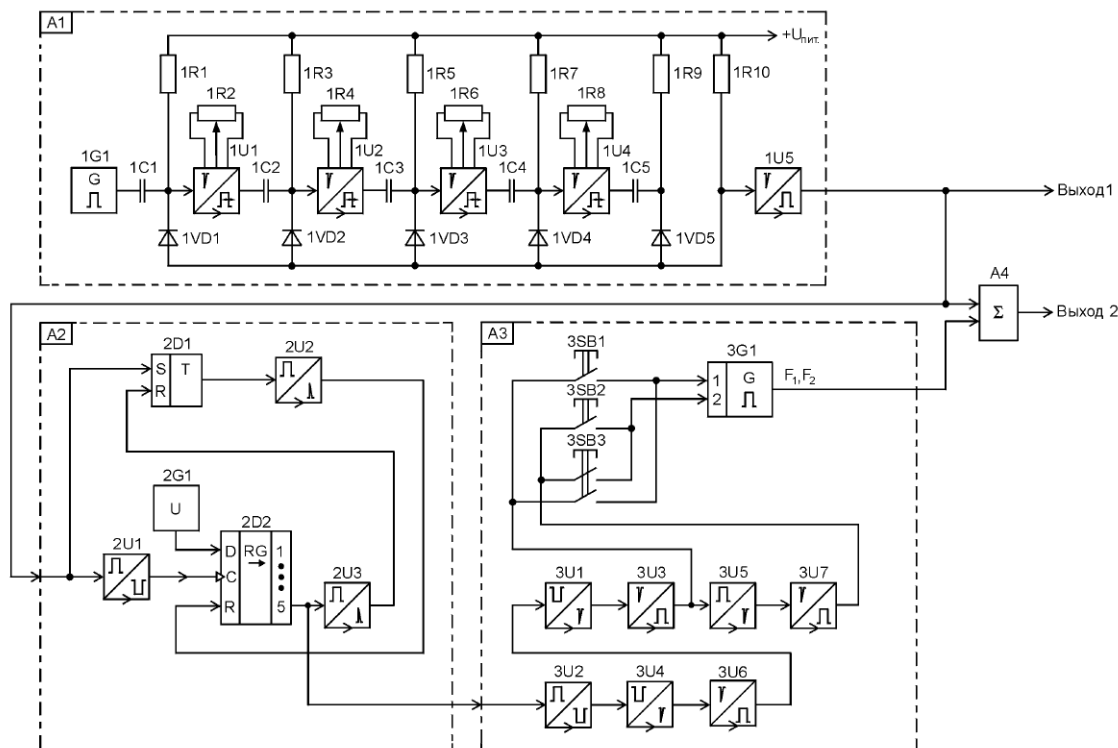


Рис. 1

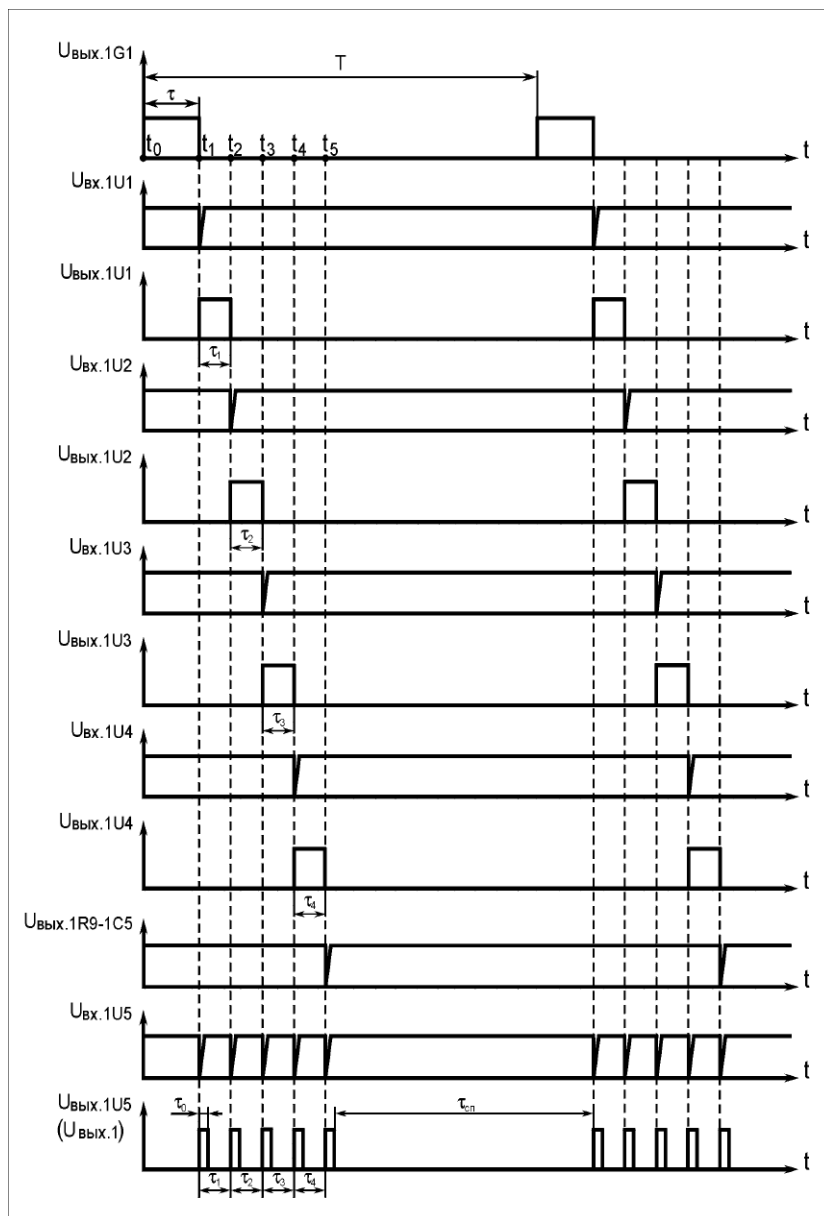


Рис. 2

цифровым кодом генератор прямоугольных импульсов 3G1.

Шифратор пропорционально-дискретных команд имеет два выхода: на первом выходе формируется сигнал пропорционального управления, на втором выходе — сигнал пропорционально-дискретного управления.

На рис. 2, рис. 3 представлены временные диаграммы напряжений в характерных точках шифратора пропорционально-дискретных команд, поясняющие его работу. Для наглядности масштаб по осям абсцисс и ординат не соблюден, а форма импульсных напряжений изображена упрощенно.

Шифратор пропорционально-дискретных команд работает так. Генератор 1G1 вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.1G1}}$, период следования кото-

рых равен T , а длительность — τ , причём в момент t_0 формируется их фронт, а в момент t_1 — спад (см. рис. 2). С выхода генератора 1G1 эти импульсы поступают на вход дифференцирующей цепи 1R1-1C1. В момент t_1 на входе одновибратора 1U1, соединённого с выходом дифференцирующей цепи 1R1-1C1, появляется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вх.1U1}}$ с высокого на низкий логический уровень. Этот перепад напряжения запускает одновибратор 1U1, формирующий на своём выходе прямоугольный импульс напряжения $U_{\text{вых.1U1}}$ длительностью τ_1 , которая задаётся угловым положением вала переменного резистора 1R2.

Аналогичным образом в моменты t_2 , t_3 , t_4 кратковременными перепадами напряжений $U_{\text{вх.1U2}}$, $U_{\text{вх.1U3}}$, $U_{\text{вх.1U4}}$ с высокого на низкий логический уровень,

поступающими на входы одновибраторов 1U2, 1U3, 1U4 с выходов соответствующих дифференцирующих цепей 1R3-1C2, 1R5-1C3, 1R7-1C4, запускаются одновибраторы 1U2, 1U3, 1U4, формирующие на своих выходах прямоугольные импульсы напряжения $U_{\text{вых.1U2}}$, $U_{\text{вых.1U3}}$, $U_{\text{вых.1U4}}$ длительностью τ_2 , τ_3 , τ_4 , которые задаются угловым положением вала переменных резисторов 1R4, 1R6, 1R8 соответственно.

В момент t_5 формируется спад импульса напряжения $U_{\text{вх.1U4}}$, при этом на выходе дифференцирующей цепи 1R9-1C5 образуется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вх.1R9-1C5}}$ с высокого на низкий логический уровень.

В моменты t_1 — t_5 , когда на выходе генератора 1G1 и на выходах соответствующих одновибраторов 1U1—1U4 присутствует напряжение низкого логического уровня, от источника напряжения питания $+U_{\text{пит}}$ через резистор 1R10 и одну из цепей 1VD1-1C1—1VD5-1C5 протекает импульс тока, создающий падение напряжения на резисторе 1R10. В результате этого на входе одновибратора 1U5 образуется последовательность коротких импульсов — перепадов напряжения $U_{\text{вх.1U5}}$ с высокого на низкий логический уровень. Каждый из этих импульсов запускает одновибратор 1U5, в результате чего в моменты t_1 — t_5 на его выходе формируются прямоугольные импульсы напряжения $U_{\text{вых.1U5}}$ фиксированной длительности τ_0 — синхроимпульсы канальной послылки пропорциональных команд, при этом временные интервалы τ_1 , τ_2 , τ_3 , τ_4 между синхроимпульсами канальной послылки содержат информацию о величине команды в соответствующем канале.

Далее процесс формирования синхроимпульсов канальных послылок пропорциональных команд повторяется с периодом T , а интервал $\tau_{\text{пл}}$ между канальными послылками образует синхропаузу. С выхода шифратора пропорциональных команд A1 эти импульсы поступают на выход 1 шифратора пропорционально-дискретных команд, образуя импульсное напряжение $U_{\text{вых.1}}$.

В момент t_1 (см. рис. 3) на вход S RS-триггера 2D1 с выхода 1 шифратора пропорционально-дискретных команд поступает первый синхроимпульс напряжения $U_{\text{вых.1}}$, в результате чего на выходе триггера 2D1 появляется напряжение $U_{\text{вых.2D1}}$ высокого логического уровня, которое поступает на вход формирователя коротких импульсов 2U2. В момент t_1 на входе формирователя коротких импульсов 2U2 формируется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вх.2U2}}$ с низкого на высокий логический уровень. Этот перепад напряжения поступает на вход R сдвигового регистра 2D2 и устанавливает во всех его разрядах напряжение низкого логического уровня.

На тактовый вход С сдвигового регистра 2D2 с выхода инвертора 2U1 поступает последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вх.2U1}}$, представляющая собой инверсию импульсов напряжения $U_{\text{вых.1}}$. Поскольку на информационный вход D сдвигового регистра 2D2 с выхода функционально-

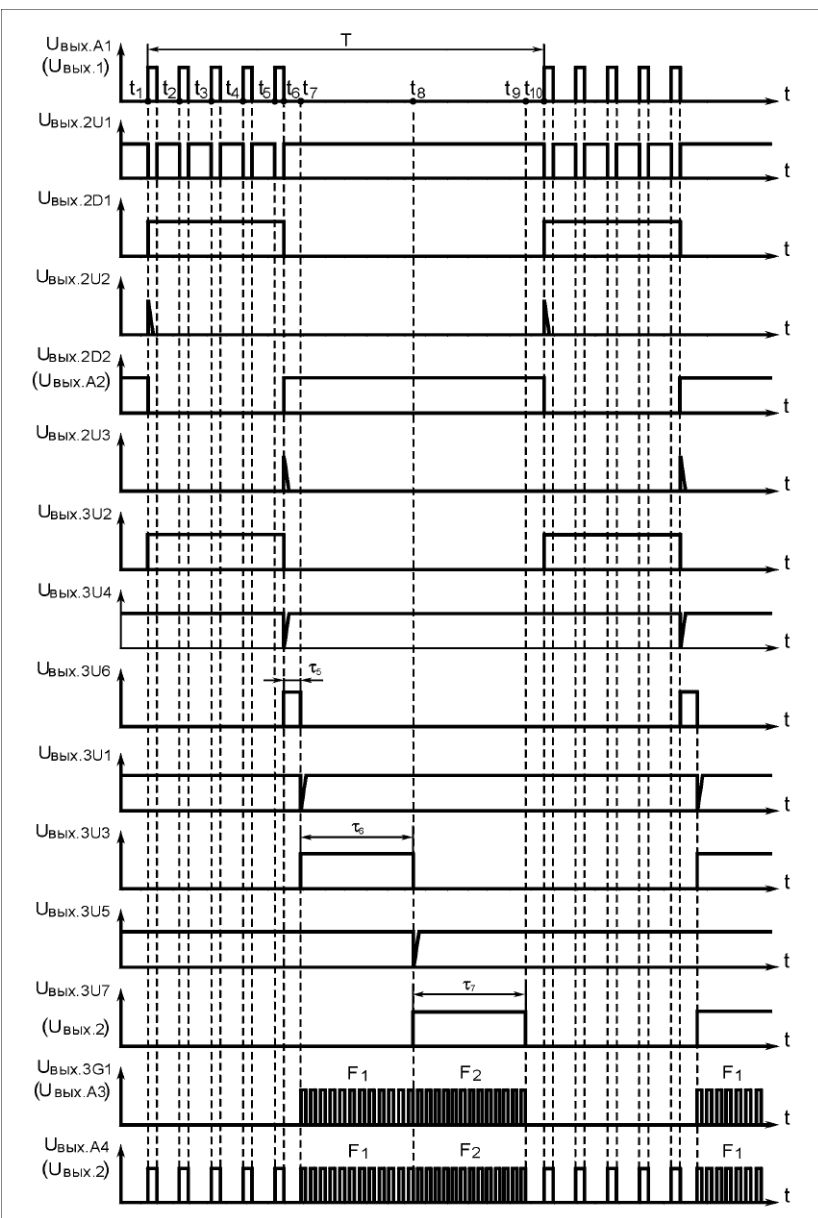


Рис. 3

го узла 2G1 подано напряжение высокого логического уровня, сдвиговый регистр 2D2 с приходом каждого импульса напряжения $U_{\text{вых. 2U1}}$ осуществляет сдвиг напряжения высокого логического уровня от младшего к старшему разряду.

В момент t_6 формируется спад последнего синхроимпульса канальной посылки пропорциональных команд, в результате чего на выходе инвертора 2U1 появляется импульс напряжения $U_{\text{вых. 2U1}}$ высокого логического уровня, при этом на выходе старшего разряда сдвигового регистра 2D2 появляется напряжение $U_{\text{вых. 2D2}}$ высокого логического уровня, которое поступает на вход формирователя коротких импульсов 2U3. В момент t_6 на выходе формирователя коротких импульсов 2U3 появляется кратковременный перепад

напряжения $U_{\text{вых. 2U3}}$ с низкого на высокий логический уровень. Этот перепад напряжения поступает на вход R RS-триггера 2D1, вследствие чего на его выходе формируется напряжение $U_{\text{вых. 2D1}}$ низкого логического уровня.

В момент t_{10} на вход узла выделения синхروпаузы A2 поступает последовательность синхроимпульсов напряжения $U_{\text{вых. 1}}$ следующей канальной посылки пропорциональных команд, в результате чего вышеописанные процессы вновь повторяются, при этом на интервале времени от t_6 до t_{10} на выходе узла выделения синхропаузы A2 формируется прямоугольный импульс напряжения $U_{\text{вых. 2D2}}$, длительность которого равна длительности синхропаузы $\tau_{\text{сп}}$ канальных посылок пропорциональных команд. Далее процесс выделения синхропаузы канальных посылок про-

порциональных команд повторяется с периодом T.

С выхода узла выделения синхропаузы A2 последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых. 2D2}}$ поступает на вход шифратора дискретных команд A3. Инвертор 3U2 формирует из этих импульсов противофазную последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых. 3U2}}$, которая подается на вход формирователя коротких импульсов 3U4.

В момент t_6 на выходе формирователя коротких импульсов 3U4 появляется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вых. 3U4}}$ с высокого на низкий логический уровень, который поступает на вход одновибратора 3U6. Этот перепад напряжения запускает одновибратор 3U6, в результате чего на интервале времени от t_6 до t_7 на выходе одновибратора 3U6 формируется прямоугольный импульс напряжения $U_{\text{вых. 3U6}}$ фиксированной длительности τ_6 , который предназначен для создания защитного временного интервала между канальными посылками пропорциональных и дискретных команд.

Импульс напряжения $U_{\text{вых. 3U6}}$ поступает на вход формирователя коротких импульсов 3U1. В момент t_7 на выходе формирователя коротких импульсов 3U1 появляется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вых. 3U1}}$ с высокого на низкий логический уровень, который поступает на вход одновибратора 3U3 и запускает его, в результате чего на интервале времени от t_7 до t_8 на выходе одновибратора 3U3 формируется прямоугольный импульс напряжения $U_{\text{вых. 3U3}}$ фиксированной длительности τ_6 , который поступает на вход формирователя коротких импульсов 3U5.

В момент t_8 на выходе формирователя коротких импульсов 3U5 появляется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вых. 3U5}}$ с высокого на низкий логический уровень, который поступает на вход одновибратора 3U7. Этот перепад напряжения запускает одновибратор 3U7, в результате чего на интервале времени от t_8 до t_9 на выходе одновибратора 3U7 формируется прямоугольный импульс напряжения $U_{\text{вых. 3U7}}$ фиксированной длительности τ_7 .

При замкнутых контактах нажатой командной кнопки 3SB1 и разомкнутых контактах отжатых командных кнопок 3SB2, 3SB3 на вход 1 генератора прямоугольных импульсов 3G1 с выхода одновибратора 3U3 поступает напряжение $U_{\text{вых. 3U3}}$ высокого логического уровня, при этом генератор 3G1 на интервале времени от t_7 до t_8 формирует на своём выходе пачку прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых. 3G1}}$ частотой F_1 и длительностью τ_6 .

При замкнутых контактах нажатой командной кнопки 3SB2 и разомкнутых контактах отжатых командных кнопок 3SB1, 3SB3 на вход 2 генератора прямоугольных импульсов 3G1 с выхода одновибратора 3U7 поступает импульс напряжения $U_{\text{вых. 3U7}}$ высокого логического уровня, при этом генератор 3G1 на интервале времени от t_8 до t_9 формирует на своём выходе пачку прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых. 3G1}}$ частотой F_2 и длительностью τ_7 .

При замкнутых контактах нажатой командной кнопки 3SB3, соответствующие контакты которой подключённые параллельно контактам командных кнопок 3SB1, 3SB2, на входы 1 и 2 генератора прямоугольных импульсов 3G1 поступают поочерёдно импульсы напряжения $U_{\text{вых.3У3}}$ и $U_{\text{вых.3У7}}$ высокого логического уровня, при этом генератор 3G1 на интервале от t_7 до t_9 формирует на своём выходе чередующиеся пакеты прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.3G1}}$ частотой F_1 , F_2 и длительностью τ_{F1} , τ_{F2} соответственно.

Прямоугольные импульсы напряжения $U_{\text{вых.ЗГ1}}$ частотой F_1 , F_2 поступают на выход шифратора дискретных команд АЗ, образуя импульсное напряжение $U_{\text{вых.АЗ}}$. Далее процесс формирования пакетов прямоугольных импульсов частотой F_1 и F_2 — командных посылок дискретных команд — повторяется с периодом T .

сов пропорциональных команд; А2 — дешифратор пропорциональных команд; А3, А4 — селекторы-формирователи управляющих импульсов дискретных команд; D1 — распределитель управляющих импульсов дискретных команд; G1 — формирователь порогового напряжения; U1 — формирователь прямоугольных импульсов напряжения.

Селектор-формирователь синхроимпульсов пропорциональных команд А1 включает в себя генератор прямоугольных импульсов 1G1; делитель частоты 1U1; логический элемент 2И-НЕ 1D1; формирователь коротких импульсов 1U2; инвертор 1U3; двоичный счётчик 1D2; многоканальный электронный коммутатор 1S1; формирователи цифровых кодов 1U4—1U6; цифровые компараторы 1D3, 1D4; логический элемент 2И-НЕ 1D5; формирователь коротких импульсов 1U7; инвертор 1U8; одновибратор 1U9.

При достижении этим напряжением порогового уровня $U_{\text{порог}}$ на выходе функционального узла $U1$ формируются нормированные по амплитуде прямоугольные импульсы напряжения $U_{\text{вых.}U1}$ с крутыми перепадами. Эти импульсы поступают на вход селектора-формирователя синхриимпульсов пропорциональных команд $A1$ и на сигнальные входы селекторов-формирователей управляющих импульсов дискретных команд $A3, A4$.

Генератор 1G1 вырабатывает на своём выходе последовательность прямоугольных импульсов напряжения частотой f , которая понижается делителем частоты 1U1 в k раз, где k — целое число больше единицы, и затем поступает на первый вход логического элемента 2И-НЕ 1D1, на второй вход которого подаются импульсы напряжения $U_{\text{вых.У1}}$ с выхода формирователя прямоугольных импульсов У1. В момент по-

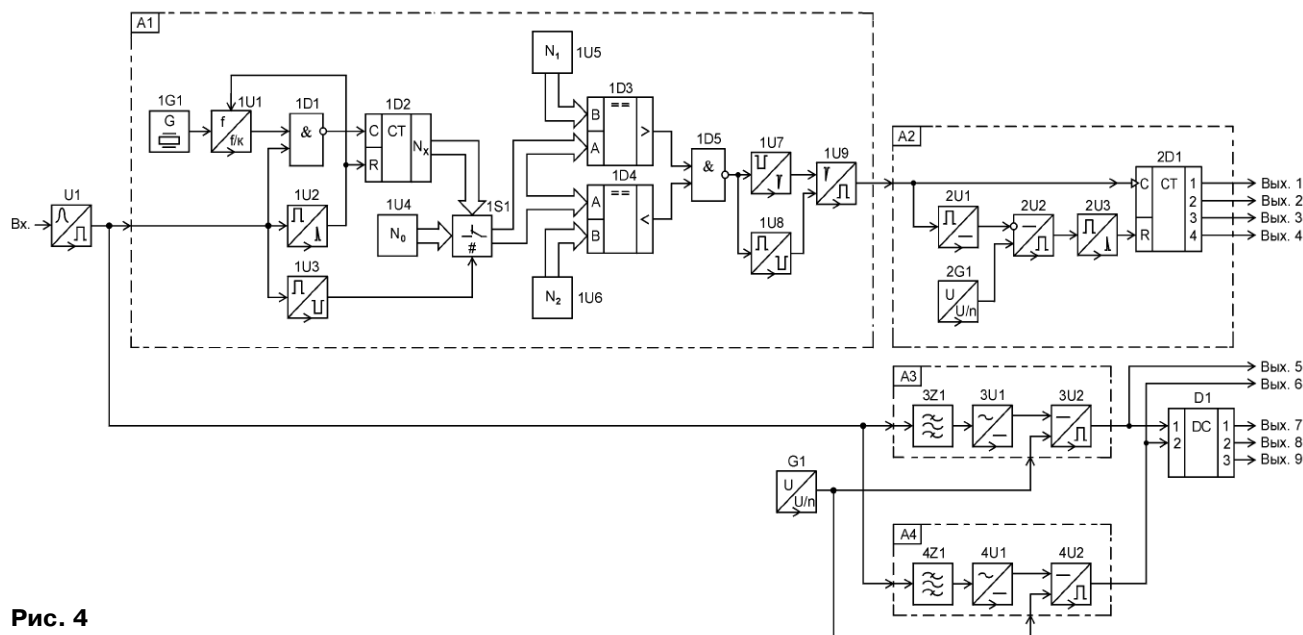


Рис. 4

С выхода шифратора пропорциональных команд А1 и с выхода шифратора дискретных команд А3 импульсы напряжения $U_{\text{вых.А1}}$ и $U_{\text{вых.А3}}$ поступают на соответствующие входы сумматора А4, при этом на его выходе формируется периодически повторяющаяся последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.А4}}$, которая включает в себя как синхроимпульсы канальных посылок пропорциональных команд, так и канальные посылки дискретных команд частотой F_1 и F_2 , расположенные внутри временного интервала, отведённого для синхروпаузы канальных посылок пропорциональных команд. С выхода сумматора А4 импульсы напряжения $U_{\text{вых.А4}}$ поступают на выход 2 шифратора пропорционально-дискретных команд, образуя импульсное напряжение $U_{\text{вых.2}}$.

Функциональная схема дешифратора пропорционально-дискретных команд приведена на **рис. 4**, где А1 — селектор-формирователь синхроимпуль-

Дешифратор пропорциональных команд А2 включает в себя амплитудный детектор 2У1; пороговое устройство 2У2; формирователь коротких импульсов 2У3; счётчик-распределитель канальных импульсов 2Д1; формирователь порогового напряжения 2Г1.

Селекторы-формирователи управляющих импульсов дискретных команд АЗ, А4 включают в себя полосовые фильтры ЗЗ1, 4З1 с резонансной АЧХ; амплитудные детекторы ЗУ1, 4У1; пороговые устройства ЗУ2, 4У2.

Дешифратор пропорционально-дискретных команд работает так. С выхода приёмного устройства системы дистанционного управления моделями на вход дешифратора пропорционально-дискретных команд поступает напряжение $U_{вх}$ (рис. 5), представляющее собой периодическую последовательность искажённых шумами синхроимпульсов канальных посылок пропорциональных команд и канальных посылок дискретных команд частотой F_1 и F_2 .

явления на входе функционального узла A1 импульсы высокого логического уровня длительностью Δt на выходе формирователя коротких импульсов 1U2 возникает кратковременный перепад напряжения с низкого на высокий логический уровень. Этот перепад напряжения, воздействуя на вход R двоичного счётчика 1D2 и аналоговый вход делителя частоты 1U1, устанавливает эти функциональные узлы в нулевое состояние. Инвертор 1U3 при наличии на входе функционального узла A1 напряжения высокого логического уровня формирует на своём выходе напряжение низкого логического уровня, которое, воздействуя на управляющий вход многоканального электронного коммутатора 1S1, подключает к входам A цифровых компараторов 1D3, 1D4 выходы формирователя цифрового кода 1U4, формирующего двоичное число N_0 .

Двоичные числа N_1 , N_2 , формируемые на выходах формирователей циф-

ровых кодов 1U5, 1U6, подключённых к входам В цифровых компараторов 1D3, 1D4 соответственно, и число N_0 соотносятся между собой следующим образом: $N_0 < N_1 < N_2$. Поэтому в момент подключения входов А цифровых компараторов 1D3, 1D4 к выходам формирователя цифрового кода 1U4 на выходе А > В компаратора 1D3 формируется напряжение низкого логического уровня, а на выходе А < В компаратора 1D4 — высокого логического уровня. Следствием этого является появление на выходе логического элемента 2И-НЕ 1D5 напряжения высокого логического уровня, а на выходе инвертора 1U8 — низкого логического уровня. Напряжение низкого логического уровня, подаваемое с выхода инвертора 1U8 на вход разрешения одновибратора 1U9, блокирует его работу, при этом на выходе одновибратора 1U9 формируется напряжение низкого логического уровня.

При поступлении на второй вход логического элемента 2И-НЕ 1D1 импульса высокого логического уровня длительностью Δt на тактовый вход С двоичного счётчика 1D2 с выхода делителя частоты 1U1 проходят импульсы частотой f/k . Двоичный счётчик 1D2 в течение времени Δt подсчитывает их число. По истечении времени Δt на втором входе логического элемента 2И-НЕ 1D1 появляется напряжение низкого логического уровня, в результате чего на выходе этого элемента формируется напряжение высокого логического уровня. Счёт импульсов счётчиком 1D2 прекращается, и он формирует на своих выходах двоичное число N_x , равное числу импульсов, поступивших на его тактовый вход С за время Δt .

По истечении времени Δt на выходе инвертора 1U3 формируется напряжение высокого логического уровня, которое поступает на вход управления мно-

гоканального электронного коммутатора 1S1, при этом он подключает к входам А цифровых компараторов 1D3, 1D4 выходы двоичного счётчика 1D2 и отключает от входов А этих компараторов выходы формирователя цифрового кода 1U4.

Нижняя и верхняя границы интервала длительности импульсов, разрешённых к прохождению на выход функционального узла А1, заданы двоичными числами N_1 и N_2 соответственно. Если длительность импульса Δt на входе селектора-формирователя синхриимпульсов пропорциональных команд А1 находится в пределах границ разрешённого интервала, т. е. выполняется условие $N_1 < N_x < N_2$, то в момент подключения к входам А цифровых компараторов 1D3, 1D4 выходов двоичного счётчика 1D2 на выходе А > В или А < В соответствующего компаратора появляется напряжение высокого логического уровня, вследствие чего в этот момент на выходе логического элемента 2И-НЕ 1D5 формируется перепад напряжения с высокого на низкий логический уровень. В результате этого на выходе инвертора 1U8 формируется напряжение высокого логического уровня, которое разрешает работу одновибратора 1U9, а формирователь коротких импульсов напряжения 1U7 формирует на своём выходе кратковременный перепад напряжения с высокого на низкий логический уровень, запускающий одновибратор 1U9, в результате чего на выходе функционального узла А1 формируется прямоугольный импульс фиксированной длительности.

Если длительность импульса Δt на входе селектора-формирователя синхриимпульсов пропорциональных команд А1 не превышает нижнюю границу разрешённого интервала, т. е. выполняется условие $N_1 > N_x < N_2$, то в момент подключения к входам А цифровых компараторов 1D3, 1D4 выходов двоичного счётчика 1D2 на выходе А > В цифрового компаратора 1D3 формируется напряжение низкого логического уровня, а на выходе А < В цифрового компаратора 1D4 — высокого логического уровня. Следствием этого является формирование высокого логического уровня на выходе логического элемента 2И-НЕ 1D5 и низкого логического уровня на выходе инвертора 1U8, а также на входе разрешения работы одновибратора 1U9. В этом состоянии одновибратор 1U9 заблокирован, а на выходе функционального узла А1 формируется напряжение низкого логического уровня.

Если длительность импульса Δt на входе селектора-формирователя синхриимпульсов пропорциональных команд А1 превышает верхнюю границу разрешённого интервала, т. е. выполняется условие $N_1 < N_x > N_2$, то в момент подключения к входам А цифровых компараторов 1D3, 1D4 выходов двоичного счётчика 1D2 на выходе А > В цифрового компаратора 1D3 формируется напряжение высокого логического уровня, а на выходе А < В цифрового компаратора 1D4 — низкого логического уровня, следствием чего является формирование напряжения высокого логического уровня на выходе логического

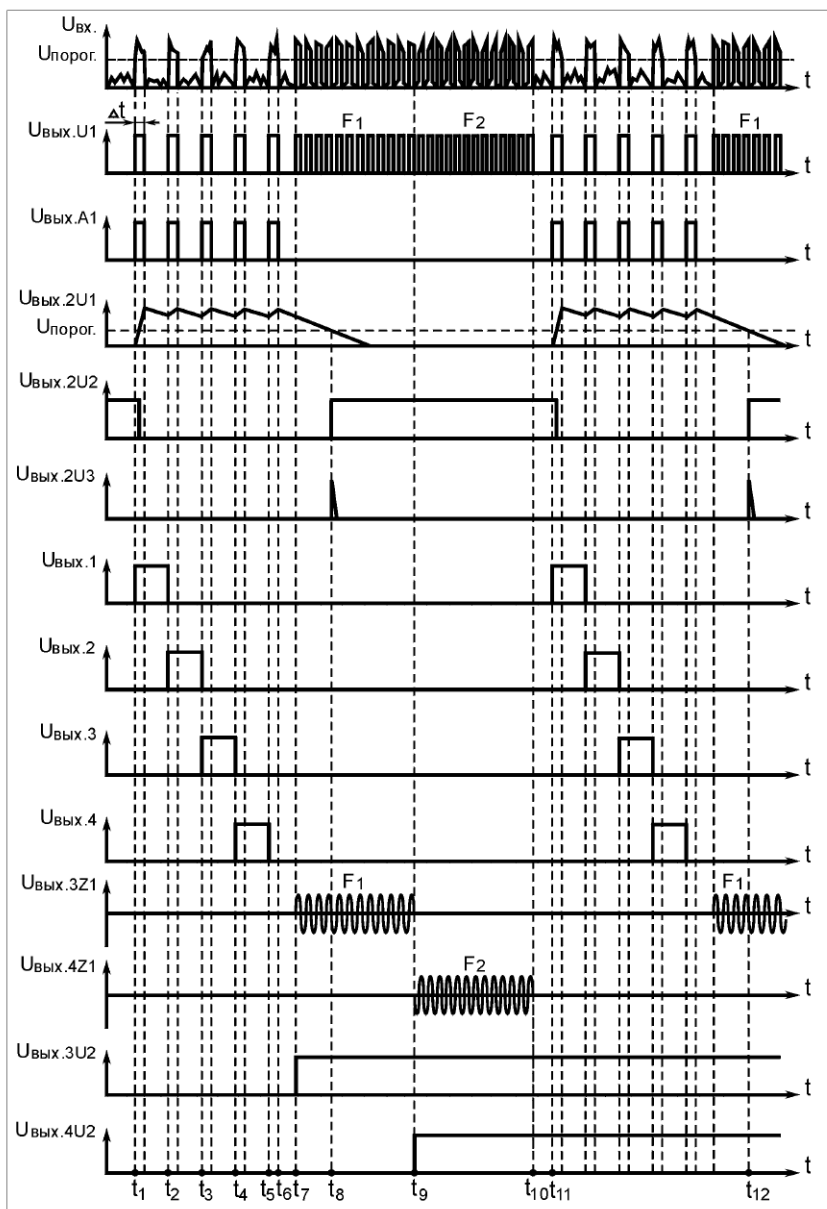


Рис. 5

элемента 2И-НЕ 1DD5, при этом аналогично предыдущему случаю на выходе функционального узла А1 формируется напряжение низкого логического уровня.

Таким образом, на выходе селектора-формирователя синхри импульсов пропорциональных команд А1 появляются импульсы напряжения $U_{\text{вых.А1}}$ только в том случае, если длительность импульсов на его входе находится в заданных пределах, соответствующих длительности Δt синхри импульсов канальных посылок пропорциональных команд, вследствие чего более короткие импульсы канальных посылок дискретных команд частотой F_1 и F_2 на выход этого функционального узла не проходят.

На интервале времени от t_1 до t_6 с выхода селектора-формирователя синхри импульсов пропорциональных команд А1 последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.А1}}$ поступает на вход дешифратора пропорциональных команд А2 и соответственно на вход С счётчика-распределителя канальных импульсов 2D1, предварительно установленного в нулевое состояние в момент подключения к дешифратору пропорционально-дискретных команд напряжения питания. Счётчик-распределитель канальных импульсов 2D1 восстанавливает ширину канальных импульсов и распределяет их по соответствующим выходам дешифратора пропорционально-дискретных команд; в момент t_1 на первом выходе счётчика-распределителя канальных импульсов 2D1 формируется напряжение $U_{\text{вых.1}}$ высокого логического уровня, а в момент t_2 — низкого логического уровня; в момент t_2 на втором выходе счётчика-распределителя канальных импульсов 2D1 формируется напряжение $U_{\text{вых.2}}$ высокого логического уровня, а в момент t_3 — низкого логического уровня; в момент t_3 на третьем выходе счётчика-распределителя канальных импульсов 2D1 формируется напряжение $U_{\text{вых.3}}$ высокого логического уровня, а в момент t_4 — низкого логического уровня; в момент t_4 на четвёртом выходе счётчика-

распределителя канальных импульсов 2D1 формируется напряжение $U_{\text{вых.4}}$ высокого логического уровня, а в момент t_5 — низкого логического уровня.

На интервале времени от t_1 до t_6 с выхода селектора-формирователя синхри импульсов пропорциональных команд А1 на вход амплитудного детектора 2U1 дешифратора пропорциональных команд А2 поступает последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.А1}}$. Постоянная времени зарядно-разрядной цепи входящего в состав амплитудного детектора 2U1 интегратора выбрана такой, что первый же синхри импульс напряжения $U_{\text{вых.А1}}$ формирует на выходе амплитудного детектора напряжение $U_{\text{вых.2U1}}$, максимальное значение которого равно амплитуде синхри импульса, а за время даже самой продолжительной паузы между образующими канальную посылку синхри импульсами напряжения $U_{\text{вых.А1}}$ напряжение $U_{\text{вых.2U1}}$ на выходе амплитудного детектора 2U1 не успевает уменьшиться до порогового напряжения $U_{\text{порог}}$ формируемого на прямом входе порогового устройства 2U2 функциональным узлом 2G1, в результате чего при наличии на входе дешифратора пропорциональных команд синхри импульсов командной посылки на выходе порогового устройства 2U2 формируется напряжение $U_{\text{вых.2U2}}$ низкого логического уровня.

В момент t_6 , расположенный на временном интервале, соответствующем синхрипаузе канальных посылок пропорциональных команд, напряжение $U_{\text{вых.2U1}}$ на выходе амплитудного детектора 2U2 уменьшается до порогового напряжения $U_{\text{порог}}$, в результате чего на выходе порогового устройства 2U2 появляется напряжение $U_{\text{вых.2U2}}$ высокого логического уровня, которое поступает на вход функционального узла 2U3, формирующего в этот момент на своём выходе короткий импульс напряжения $U_{\text{вых.2U3}}$ высокого логического уровня. Этот импульс поступает на вход R счётчика-распределителя канальных импульсов 2D1, при этом во всех его раз-

рядах устанавливается напряжение низкого логического уровня: счётчик-распределитель канальных импульсов 2D1 готов к следующему циклу работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Войцеховский Я.** Дистанционное управление моделями. Пособие моделиста и радиолюбителя. Пер с польск. Под ред. А. П. Павлова и Н. Н. Путяткина. — М.: Связь, 1977, с. 50—54, 180—186.
2. **Васильченко М. Е., Дьяков А. В.** Радиолюбительская телемеханика. — М.: Энергия, 1979, с. 4—19, 83—85.
3. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями. Пер с нем. В. Н. Палынова. — М.: ДОСААФ, 1980, с. 11—14, 274—297.
4. **Днищенко В. А.** 500 схем для радиолюбителей. Дистанционное управление моделями. — СПб.: Наука и техника, 2007, с. 16—37, 45—121, 342—355.
5. **Дьячихин В., Катин Л.** Пропорциональное плюс дискретное. — Моделист-конструктор, 1975, № 10, с. 38, 39; № 11, с. 34—36.
6. **Ильин О.** Управляемый напряжением формирователь относительно коротких прямоугольных импульсов. — Радиолюбитель, 2020, № 7, с. 14—16.
7. **Ильин О.** Селектор-формирователь импульсов заданной длительности для системы дистанционного управления моделями. — Радио, 2020, № 12, с. 39—41.
8. **Ильин О. П.** Дешифратор команд телеуправления. — Патент РФ № 2754348, Бюл., 2021, № 25.
9. **Ильин О.** Шифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. — Радио, 2021, № 12, с. 28—31.
10. **Ильин О.** Дешифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. — Радио, 2022, № 3, с. 43—46.
11. **Ильин О.** Шифратор и дешифратор дискретных команд для многоканальной системы радиоуправления моделями. — Радио, 2022, № 11, с. 48—52.

(Окончание следует)

Усовершенствование частотомера на Arduino pro mini (ATmega 168)

С. СИДОРЕНКО, г. Раменское Московской обл.

Предлагаемое усовершенствование частотомера [1] состоит в установке трёх дополнительных кнопок управления и добавлении кода обработки в скетч. Зачем это нужно? Во-первых, для расчёта частоты при использовании ВЧ-щупа с делителем частоты на входе. Во-вторых, для оперативного управления коррекцией частоты без перепрограммирования микроконтроллера (МК). При этом значение коэффициента коррекции будем хранить в его EEPROM.

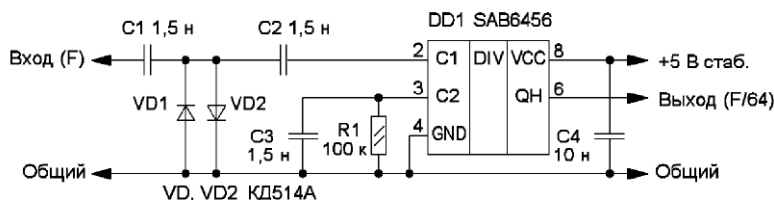


Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Это значительно улучшит эксплуатационные характеристики частотомера.

При выборе деталей для ВЧ-шупа с делителем частоты оказалось, что стоимость их может превышать стоимость самого частотомера. Бюджетный вариант можно построить на микросхемах серии SAB6456 [2] или U664 [3], а у них минимальный коэффициент деления равен 64. Естественно, расчёт частоты при этом выполняет МК. Схема ВЧ-шупа

приведена на рис. 1, она достаточно широко представлена в Интернете. Его чувствительность в диапазоне 70 МГц...1 ГГц — 10 мВ. В диапазоне 30...70 МГц он также работает, но чувствительность ниже. При использовании элементов для поверхностного монтажа плата ВЧ-шупа без труда поместится вместе с экраном в корпусе от маркера.

Теперь о доработке самого частотомера. Кнопки подключают между сво-

бодными контактами 2, 11, 12 модуля Arduino pro mini и общим проводом. Эти контакты программно подтянуты к плюсовой линии питания (INPUT_PULLUP). Условно обозначим их "М" (контакт 2), "R" (контакт 12) и "L" (контакт 11). У моего частотомера они расположены справа налево. Программный таймер антидребезга для каждой кнопки свой. Он подсчитывает число циклов looper, так как команды `millis()` и `delay()` нам не доступны. В нашем случае так делать можно, так как задержка на расчёт частоты и отображение её на дисплее не превышает 15 мс, а длительность антидребезга, задаваемая переменной `T_out` = 20000, составляет около 350 мс. Она же и задаёт период повтора.

Информация об измеряемой частоте выводится в первой строке LCD-экрана, вторая строка — служебная. На ней отображаются настраиваемые параметры частотомера (пункты меню). Выбираем пункты меню с помощью кнопки "М".

В режиме измерения на второй строке отображено время измерения — "1s" и множитель "x1" (рис. 2). При "x1" ВЧ-шупа-делителя нет.

В режиме установки коэффициента деления K_m кнопками "L" и "R" уменьшают или увеличивают его значение (рис. 3). Максимальное значение K_m = 255.

В режиме установки переменной K_k (коррекция показаний) кнопками "L" и "R" уменьшают или увеличивают её значение, которое может быть в интервале от -32767 до 32767. При этом измерение частоты продолжается (рис. 4).

При удержании кнопки более 20 тактов измерения значения будут изменяться десятками, ещё через 20 тактов будут изменяться сотнями для ускорения процесса установки. Число тактов задаётся в переменной `Vol`.

Теперь значение K_k можно корректировать при измерении любой стабильной частоты с известной погрешностью, добиваясь равенства показаний.

При выходе из режима установки K_k , если изменено значение, будет выведен запрос на сохранение изменений в EEPROM `save?: L=NO R=OK` (рис. 5). При нажатии на кнопку "R" значение сохранится, при нажатии на кнопку "L" или "M" — нет.

Таким образом, частотомер стал более совершенным устройством с возможностью измерения частоты от 10 Гц до 1 ГГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Частотомер на Arduino pro mini (ATmega 168). — Радио, 2024, № 1, с. 35, 36.
2. SAB6456 SAB6456T Sensitive 1 GHz divide-by-64/divide-by-256 switchable prescaler. — URL: <https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/NXP/SAB6456/pdf.php?id=274584> (08.02.24).
3. U664B, U664DS. — URL: <https://click.ru/38dLnN> (08.02.24).

От редакции. Скетч для Arduino pro mini находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/f-metr2.zip> на нашем FTP-сервере.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БИРЮКОВ С. Ремонт автомобильного запускающего устройства. — Радио, 2024, № 1, с. 49, 50.

Ошибка в тексте статьи

На с. 50 в верхнем абзаце правой колонки в строках 6 и 10 сверху, а также в строке 2 снизу вместо R24 следует читать R27.

СТЕПАНОВ А., КОНСТАНТИНОВ М. Доработка твердотельного реле и регулятор температуры. — Радио, 2023, № 12, с. 42, 43.

Ошибка на схеме рис. 3 в статье

Сопротивление резистора R1 на схеме рис. 3 в статье должно быть 300 кОм, а не 30 кОм.

СУРОВ В. Триггерная "кнопка" с функцией памяти состояния. — Радио, 2023, № 9, с. 51.

Печатная плата

Элементы устройства размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертеж платы показан на рис. 1. Она рассчитана на установку транзистора в

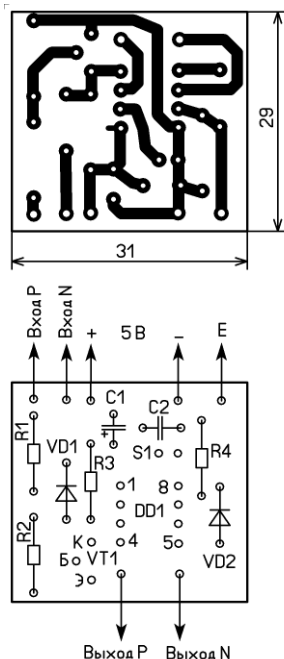


Рис. 1

корпусе TO-92, микросхемы в корпусе DIP8 (для её установки следует использовать соответствующую панель), оксидного конденсатора серии K50-35 или импортного (C1), керамического резистора серии K10-17 или импортного (C2), резисторов МЛТ, С2-23 или импортных общего применения.

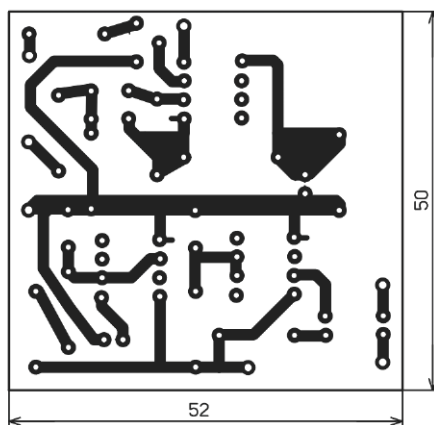


Рис. 2

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. При отправке письма почтой вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы просим формулировать точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: consult@radio.ru. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например: РАДИО 03-2024).

Диоды — выводные в стеклянном корпусе, можно применить диоды серий КД521, КД522, перемычку (джампер) с расстоянием между выводами 2,54 мм можно использовать готовую или сделать из разъемов серий PLS (вилка) и PBS (гнездо).

ПАНКРАТЬЕВ Д. Ламповая ЦМУ с ШИ-управлением. — Радио, 2023, № 11, с. 41—44.

Печатная плата

Большая часть элементов устройства размещена на двухсторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на рис. 2. Она рассчитана на установку оксидных конденсаторов C2, C6 серии K50-35 или импортных, остальные конденсаторы — керамические серии K10-17 или импортные, постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, подстроечный резистор — СПЗ-19. Диод — указанного на схеме типа. Левый на схеме вывод резистора R7 соединён с линией питания +9 В.

От редакции. Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/nk.zip> на нашем FTP-сервере.

57-я ярмарка радиолюбителей Пескары

Лука КЛЭРИ (IW7EEQ), г. Таранто, Италия

Прошло много лет с тех пор, как я был на радиолюбительской ярмарке. Когда я хотел попасть на ближайшую ярмарку в районе Фазано, я сел на корабль и оказывался далеко от дома.

В прошлом году мне повезло больше. Прежде всего, я был полон решимости принять участие в ярмарке в качестве посла MFJ в Европе и Италии. Что может быть лучше, чем лицензионная сессия в США, проведённая Винисио IK2CIO? Известный американский радиолюбительский бренд и американская лицензия — это идеальное сочетание.

Мы уже сотрудничали в других случаях: в прошлом MFJ Enterprises Inc. раздавала подарочные карты на

35 долларов тем, кто сдал экзамены с наилучшими результатами. Но в этот раз я хотел сделать что-то другое! Я хотел пойти на это мероприятие.

Что можно сделать по-другому, чтобы сделать это более особенным? Почему бы не вручить некоторые предметы MFJ лично? Я поделился этой идеей с Винисио, и мы договорились встре-

титься в субботу 25 ноября.

Я сделал несколько телефонных звонков, чтобы найти попутчика, включая IW7ECU Бенпе

из Мартина Франка, но, к сожалению, у всех моих друзей есть обязательства — они должны работать, пока я нахожусь в "отпуске". Я решаю отправиться в одиночку из Таранто, чтобы получить этот новый опыт.

Начало запланировано на 14.30, поэтому я решаю отправиться в свободное время, в субботу утром в 07.00 (фото 1).

В эту поездку я решил взять с собой трансивер Kenwood TH-D74E, а в качестве антенны установил трёхдиапазонную MFJ-1436B (фото 2, фото 3).

Прибыв в Пескару, я обнаружил, что мой друг Винисио ждёт меня у входа на трибуну. У входа я обнаружил моего друга Лелло Кафаро IK7FIB, президента секции итальянской ассоциации радиолюбителей в Бари.

После приветствий и любезностей я пользуюсь возможностью совершить экскурсию по павильонам ярмарки, желая увидеть различных участников и, возможно, встретить старых друзей и завести новых (фото 4—фото 7).

Осмотр стендов меня не очень удовлетворяет. Я нахожу только одного экс-

Фото 1

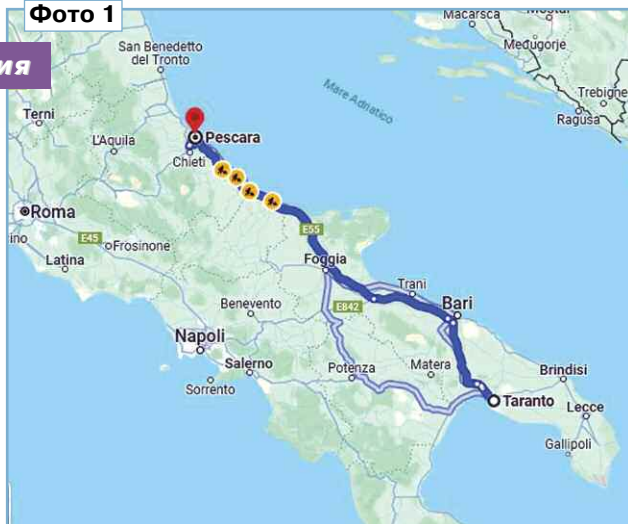


Фото 2

Фото 3





Фото 4



Фото 5

Мы готовим комнату и готовимся приветствовать кандидатов, которым интересно принять участие в чём-то для меня совершенно новом.

Я застигнут врасплох, потому что Винисио настоятельно просит меня принять участие в экзаменационной сессии на базовую лицензию. Много лет назад я готовился онлайн на сайте qrz.com, пробывая симуляторы тестов, но это было много лет назад. Я решил использовать по-



Фото 6



Фото 7

понтента с новым радиооборудованием, пару с подержанным оборудованием (я бы сказал, очень подержанным, учитывая средний возраст выставленного оборудования), остальные — все электронные и осветительные компоненты (светодиоды, лампы и т. д.).

Несмотря на моё разочарование, удовлетворение от пребывания там всё же взяло верх.

После обеденного перерыва на сэндвичи и поркетту мой друг Винисио приглашает меня вместе с ним подготовить помещение, в котором будет проходить экзамен (фото 8—фото 10).



Фото 8



Фото 11



Фото 9



Фото 10



Фото 16

следние полчаса, чтобы освежить знания в памяти с помощью своего мобильного телефона, просто чтобы не выглядеть как осёл! В конце концов, я решаю принять участие и присоединяюсь к весёлой бригаде экзаменующихся (**фото 11, фото 12 на 2-й с. обложки**).

Примерно через два часа экзаменационная сессия подходит к концу, и из неё выходят три счастливица, которые заберут домой призы, предоставленные MFJ, IU0IFR Джованни (**фото 13 на 2-й с. обложки**), IUORCK Паоло (**фото 14 на 2-й с. обложки**) и IK0YKK Паоло (**фото 15 на 2-й с. обложки**).

Короткий, но прекрасный день подходит к концу, впереди меня ждут несколько часов езды, чтобы вернуться домой, но не без удовлетворения от того, что я получил американскую лицензию и розочку на грудь.

В конце концов, радио — это ещё и общение, и моменты, проведённые с новыми друзьями (**фото 16**).

Анатолий Васильевич Кершаков, или снова о КУБ-4

Михаил КАБЕРИН (RW3FS), г. Реутов Московской обл.

Когда просматриваешь архивы, образовавшиеся в процессе написания статей, всегда находится новая тема для исследования и посыл для нового поиска информации. Так случилось со статьёй "Даём кадры радиопромышленности" [1]. Начало статьи: "1 декабря 1928 года в Центральную радиолaborаторию (ЦРЛ) Электротехнического треста заводов слабого тока (ЭТЗСТ) Ленинградская секция коротких волн (ЛСКВ) направила практикантом в приёмный отдел лаборатории первого коротковолнника — EU3BC. После 1-й Всесоюзной коротковолновой конференции EU3BC поручается лабораторией разработка коротковолнового любительского приёмника, который должен заменить неудовлетворяющий самым скромным коротковолновым требованиям приёмник ПКЛ-2. Новый приёмник был разработан за один месяц и принят заводом им. Козицкого к изготовлению. Окончательная конструктивная отделка приёмника была произведена конструкторским бюро завода совместно с EU3BO (работавшим в ЦРЛ ещё с 1927 г., как слушатель морского радиотехникума)". Упомянутые во фрагменте статьи EU3BC и EU3BO — это ленинградские коротковолнники Евгений Андреев и Анатолий Кершаков. Я не берусь утверждать, о каком приёмнике идёт речь. С середины 1928 г. завод им. Козицкого начал производство профессионального приёмника ПКВ-6 для низовой КВ-связи. Замечу, что ПКВ-6 был у

Э. Т. Кренкеля на Земле Франца-Иосифа. И у меня есть основания полагать, что В. В. Иванов тоже имел такой приёмник в экспедиции на Новосибирских островах. Начало работы Евгения Андреева в ЦРЛ по времени совпадает с началом производства на заводе им. Козицкого приёмников РКЭ (регенеративный коротковолновый экранированный) моделей РКЭ-2 и РКЭ-3, которые, действительно, пришли на смену модели ПКЛ-2. Эти приёмники продавались и в виде наборов для самостоятельной сборки, но отличались при этом другим конструктивным корпусом, что давало некоторую свободу радиолюбителям для творчества и последующих модернизаций приёмника. РКЭ-3 был основным приёмником у В. В. Ходова в экспедиции на Северной Земле в 1930—1932 гг. РКЭ-3, правда, переделанный на длинные волны, использовал в Ванкареме Е. Н. Силов во время челюскинской спасательной операции. Необходимость переделки была связана с тем, что связь с ледовым лагерем челюскинцев велась только на длинных волнах.

Вернёмся к статье "Даём кадры радиопромышленности". "После первой пробы ЦРЛ согласилась взять на работу ещё несколько коротковолнников. ... Несколько месяцев работы в ЦРЛ укрепили технический авторитет наших ребят, и ЦРЛ уже сама предложила дать для работы в лаборатории ещё группу коротковолнников". К первому январю 1930 г. в ЦРЛ было 14 ко-

ротковолнников. "После некоторой "бузы" с дирекцией и после нажима на неё со стороны общественных организаций ЦРЛ решила организовать часть коротковолнников в отдельную группу. С 1 января ударная группа коротковолнников заработала вполне самостоятельно. В неё вошли В. Доброжанский, Б. Гук, С. Бриман, П. Иванов, И. Яковлев, Е. Андреев, А. Кершаков". Просматривая в статье перечень разработок, в которых коротковолнники принимали участие или проводили их целиком, я обратил внимание на пункт: разработка коротковолнового приёмника с экранированной лампой по схеме 1-V-1. Ответственные — Кершаков, Андреев. Без сомнения, речь идёт о приёмнике, который будет известен как КУБ-4. В книге "Центральная радиолaborатория в Ленинграде" под редакцией И. В. Бренёва в главах, посвящённых разработке радиоприёмников, на странице 166 читаем: "В 1930 г. ударной бригадой во главе с А. В. Кершаковым был разработан четырёхламповый регенеративный коротковолновый приёмник КУБ-4, широко использованный различными службами, включая корабли и части военно-морского флота". Здесь сразу хочу обратить внимание на одно и то же утверждение в статьях [2], [3]: "За основу была принята конструкция приёмника, изготовленного В. Доброжанским в 1928—1929 гг.". Звучит как общеизвестный факт, но мне не удалось найти доказательств этого утверждения в радиожурналах с 1927 г. по 1932 г.

На основе КУБ-4 были разработаны упрощённые модели КУБ-2 и КУБ-3. Этому посвящена статья А. В. Кершакова в журнале "Вестник электропромышленности" № 3 за 1931 г. Содержание этой статьи продублировано в [4]. КУБ-2 имел структуру 1-V-0, а КУБ-3, построенный по структуре 0-V-2, предназначался для замены приёмников ПКВ-6, РКЭ-2 и РКЭ-3 и был лишён ос-



Фото 1



Фото 3

новых недостатков этих приёмников — затруднённая настройка на заданную волну, недостаточная экранировка, изменение настройки при регулировке обратной связи. Да, и КУБ-4 имел две разновидности. Первый вариант — это коротковолновый с диапазоном от 11 до 200 метров (пять сменных контуров). Второй вариант имел диапазон от 14 до 2000 метров (семь сменных контуров).

Анатолий Васильевич Кершаков родился 27 сентября 1909 г. в Санкт-Петербурге. В 1927 г. поступил на радиотехническое отделение Ленинградского морского техникума. В 1929 г. получил диплом радиотелеграфиста первой категории Торгового флота (фото 1), а в 1930 г. — диплом электрорадиотехника Торгового флота.



Фото 2



Фото 4

В 1930 г. он поступил на Радиотехнический факультет Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ) и закончил его в 1935 г. с дипломом инженера-электрика. В марте 1928 г. был принят в ЦРЛ треста заводов слабого тока, где проработал до октября 1936 г., пройдя путь от радиотехника до старшего инженера — руководителя научно-исследовательской группы.

Здесь нужно упомянуть, что по заданию Совторгфлота, ЦРЛ и ленинградской секции коротких волн, с августа по октябрь 1929 г., Анатолий Кершаков был отправлен в командировку на теплоходе "Красный Профинтерн" для выяснения условий коротковолновой связи на морской линии Ленинград—Одесса (фото 2). Во время рейса вокруг Европы проводились опыты с разными антенными системами при мощности передатчика 20 и 100 Вт. Связь поддерживалась, главным образом, с Ленинградской секцией коротких волн. Положительные результаты испытаний ускорили оснащение судов

Совторгфлота коротковолновой радиоаппаратурой.

В 1935—1936 гг. Анатолий Васильевич руководил дипломным проектированием студентов на кафедре "Радиоприёмных устройств" в ЛЭТИ. В октябре 1936 г. Главным управлением наркомата электрослаботочной промышленности был откомандирован на завод "Электросигнал" в Воронеж для поставки массового производства радиоаппаратуры, где проработал до мая 1938 г. в должности начальника радиолaborатории и первого заместителя начальника технического отдела завода. В это же время он читал курс лекций в радиотехникуме при заводе "Электросигнал". В мае 1938 г. вернулся в Ленинград, получив назначение на должность начальника технического отдела на заводе им. Козицкого. В сентябре 1939 г. перешёл в Научно-исследовательский морской институт связи и телемеханики ВМФ и проработал там до августа 1948 г. Кроме научной работы, за которую Анатолий Васильевич

получил несколько авторских свидетельств на изобретения, в этот период читал лекции на командирских занятиях в научно-исследовательских институтах ВМФ и академиях ВМФ.

В августе 1948 г. Кершаков перешёл в Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала Макарова (ЛВИМУ) Министерства морского флота на должность старшего преподавателя кафедры "Радиоприёмные устройства". В июле 1949 г. учёным советом ЛВИМУ он был утверждён доцентом этой кафедры, а ещё через год — исполняющим обязанности заместителя декана Радиотехнического факультета. Но в июне 1951 г. Анатолий Васильевич был призван из запаса на службу в ВМФ с присвоением воинского звания инженер-майор и назначен старшим преподавателем кафедры радио- и электротехники Высших офицерских классов ВМФ (фото 3). В апреле 1954 г. он был переведён для дальнейшего прохождения службы в Военно-Морскую академию кораблестроения и вооружения ВМФ. В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию. Закончил свою преподавательскую деятельность А. В. Кершаков будучи доцентом кафедры средств навигации. Скончался в феврале 1966 г.

В заключение статьи, как привет из тридцатых годов прошлого века, хочу показать фотографию (фото 4). На обороте фотографии написано: "16 августа 1930 г., ЦРЛ", и есть автографы — Гук, Гвоздев, Кершаков, Бриман, Палладин. Шестой автограф довольно витиеватый, но осмелюсь предположить, что его оставил Доброжанский.

Выражаю сердечную благодарность Марине Анастольевне Кершаковой за предоставленные материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даём кадры радиопромышленности. — USSR CQ SKW, 1930, № 3, с. 22 (приложение к журналу "Радио всем", 1930, № 4).
2. **Добровольский В.** Коротковолновая ударная бригада. — Радио, 1966, № 11, с. 13.
3. **Члиянц Г.** Радиоприёмник КУБ-4. — Радио, 2023, № 4, с. 47, 48.
4. **Жилевич П.** Новая приёмная аппаратура В.Э.О. — Радиофронт, 1931, № 17, с. 1056—1061.

РАДИОСТАНЦИЯ КОРОТКОВОЛНОВАЯ "КАРТА-3"

НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТРЕБУЕТСЯ ЛИЦЕНЗИЯ

- Диапазон частот от 1.7 МГц до 7.3 МГц
- Три фиксированных канала
- Выходная мощность 5 Вт
- Время работы до 72 часов

РАДИОСТАНЦИИ "КАРТА-3" ЭТО ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПОДСТРОЕЧНОЙ СИМПЛЕКСНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА РАССТОЯНИЯ ДО 150-200 КМ В ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ В ПОЛЕВЫХ ИЛИ СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ.

+ 7 (495) 775-43-19, hfpager@radial.ru

Мемориал

"Память" — 2023

В мемориале "Память", проводимом редакцией журнала "Радио" совместно с Союзом радиолюбителей России, нет традиционных призов — кубков, медалей, плакеток. Основной смысл мемориала заключается в том, чтобы работой в эфире вспомнить ушедших из жизни радиолюбителей и чтобы, пусть только в контрольных номерах, вновь прозвучали позывные ушедших коротковолнников. Победители и призёры мемориала получают лишь памятные дипломы редакции журнала "Радио".

Среди тех, кто работал телеграфом, наиболее активной была Ирина Черная (RU3XY) из д. Подсобного Хозяйства Калужской обл., участво-



вавшая в мемориале в память о Владимире Могилёве (UA3XAN), на втором месте — Алексей Пошехонов (RU1AC) из п. Шушары, Санкт-Петербург, который работал в память о Сергее Никитине (RA1CM), на третьем — Аркадий Волошин (UA4CC) из г. Саратова, работавший в память о Сергее Гохберге (YL2MU).

Игорь Платицын (RA3RA) из г. Моршанска Тамбовской обл., работавший в память о Владимире Федюшине (RC3R), оказался лучшим среди проводивших связи телефоном, на втором месте — Владимир Мухин (RA3DAD) из г. Балашихи Московской обл., работавший в память о Викторе Магницком (RZ3DSD), на

третьем — Андрей Берлянский (RW3DU) из г. Истры Московской обл., работавший в эфире в память о Михаиле Масычеве (RA3DKM).

У работавших телеграфом и телефоном на первом месте — Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховки Волгоградской обл., участвовавший в мемориале в память об Артуре Сиволобове (RW4AA), на втором — Анатолий Медов (R3EC) из д. Жуковки Орловской обл., работавший в память об Энвере Агаеве (UA3ERD), на третьем — Павел Гончаров (UA6Y) из п. Трёхречного Республики Адыгеи, работавший в память о Вячеславе Кучеренко (UA6YJ).

Среди коллективных радиостанций наиболее активной была команда радиостанции клуба "Рекорд" R3VR из г. Александра Владимировой обл., выступавшая в составе Владимира Блинкова, Сергея Павлова и Виталия Порохни. Они работали в память о Викторе Вавилове

(RA3DOL). На втором месте — команда радиостанции ДОСААФ RC9J из г. Радужного Ханты-Мансийского АО—Югры, которая выступала в составе Алексея Зотова и Дениса Рукинова, работавших в память о Леониде Георгиеше (RA9JBA), на третьем месте — команда коллективной радиостанции СЮТ RK4HYT из с. Кинель-Черкассы Самарской обл. в составе Сергея Бахаева (RA4HBS), Даниила Сенгилевского и Льва Царькова, работавших в память об Олеге Соллогубе (RZ4HL).

В группе среди всех остальных станций с одним оператором (не работавших в память о друзьях и наставниках) первенствовал Сергей Баракс (R4ACY) из г. Волгограда. На втором месте — Виктор Сидельцев (RZ9UF) из пгт Яи Кемеровской обл., на третьем месте — Андрей Селин (RC9A) из г. Чебаркуля Челябинской обл.

В группе среди всех остальных станций с несколькими операторами принимали участие две радиостанции. Первое место заняла команда коллективной радиостанции RK9CYA из г. Ирбита Свердловской обл. в составе Виктора Чепурного (RK9CR), Кирилла Бессингера, Виталия Гавриана, Евгения Бодреева и Ивана Карпова. На втором месте — коллективная радиостанция RC9FC из г. Нытвы Пермского края в составе Кирилла Лопатина, Ярослава Мурашова и Аслана Ефремова.

В минувшем году в мемориале "Память" приняли участие около 140 радиолюбителей. Мы благодарим всех коротковолнников, кто принял участие в этом мероприятии в эфире и прислал отчёты, для кого слова "память сердца" — это не пустой звук. Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, позывной SK, число связей, итоговый результат.

SINGLE_OP MEMORY CW

1	RU3XY	UA3XAN	183	22759
2	RU1AC	RA1CM	152	18770
3	UA4CC	YL2MU	146	18555
4	R7MM	UY7MM	136	17273
5	R9OK	UA0YO	138	17256
6	RA9JM	RA9JBA	110	13773
7	RX3QNE	U3OA	109	13582
8	RK3LC	RA3LE	100	12706
9	UA3QAM	U3QD	102	12452
10	RW0AJ	RL7PEO	99	12287
11	UD8A	UA9ARR	98	12086
12	RW3AI	EU8F	95	11909
13	UA4FCO	UA4FL	90	11407
14	RM1F	UA1AAF	90	10979
15	DF5EN	DK2EF	85	10348
16	EW8OM	EW8MM	82	9758
17	RA3SI	UA3SDV	77	9717
18	R8WO	RA9WIQ	72	8971
19	RA3AM	RZ3CC	68	8373
20	UA4HAZ	UA9SB	66	8306
21	EW8G	EU8NN	67	8079
22	R1QE	UA1OB	59	7260
23	RN9RF	UA9RE	57	7200
24	UA9SEC	RA9SK	50	6193
25	R3GM	RV3GW	49	6151
26	RA3TT	UV3TQ	46	5931
27	UA1ZZ	UA1ZM	47	5572
28	R5KV	UA6XE	41	5091
29	R1NW	RN1NK	36	4575
30	UA3PF	UA3PF	28	3454
31	UA0SBQ	UA0SY	21	2678
32	UA4FDL	R4FA	18	2300
33	R1ND	UA1NYL	15	1920
34	RA3XCZ	UA3XAN	13	1603
35	R0LL	RA0LT	9	1181
36	UA9CTT	RU9CI	10	1142
37	RA3XEV	UA3XAL	8	982

SINGLE_OP MEMORY SSB

1	RA3RA	RC3R	116	13280
2	RA3DAD	RZ3DSD	113	13079
3	RW3DU	RA3DKM	111	12418
4	ER3CT	ER4DX	103	12026
5	UA3BL	UA3QO	107	11729
6	R9YBW	UA9YEF	102	11591

7	RA9SF	RU9SF	86	10064
8	RT1S	UA0OE	58	6666
9	UA6ABE	UA6CA	43	4868
10	UA4AMZ	UA4AT	41	4700
11	EW8MZ	EW8RR	40	4504
12	R2EL	R3EX	38	4322
13	RA0SAB	UA0SS	35	4207
14	R3MB	UA3MCB	30	3472
15	RN9T	R8TA	27	3095
16	RG8U	UA9UHN	24	2653
17	RA6LIS	RV6LA	26	2631
18	R3WZ	UA3WZ	20	2289
19	RA4CCK	UA4CA	12	1556
20	UA6YN	UA6YP	14	1517
21	UB4FFB	RA4FAZ	4	461
22	RA3DQP	RX3AHM	0	0
23	4Z5KZ	4Z5AG	0	0

SINGLE_OP MEMORY MIX

1	RL4A	RW4AA	247	30121
2	R3EC	UA3ERD	230	27566
3	UA6Y	UA6YJ	225	26695
4	RK8I	RQ9I	214	25721
5	RA0AY	UA9AB	198	24253
6	RD0A	ROAG	185	22178
7	UN8PT	UN8PFD	175	21331
8	ROAA	RW0AS	166	20347
9	UA9CDC	RW6AN	164	20126
10	RZ9UO	RD9UI	162	19442
11	UA4AQL	RW4AK	150	17804
12	UG4A	UA6WEZ	151	17801
13	R9YC	UA9YEF	144	17526
14	RN4SS	UA4SGY	122	15341
15	RW3X	UK8AU	112	13760
16	UI8C	UA9CI	111	13339
17	RA9DZ	RA9CTW	109	13319
18	RK3TT	RW3TC	111	13274
19	RA4CL	RA4CJ	88	10808
20	UA3DLD	RZ3DSD	81	9892
21	UA3X	UA4UI	72	8878
22	R2AT	R2AO	71	8276
23	UA9XO	UA9XD	45	5311
24	R9CD	U9CN	41	5043
25	R5GP	RO3G	41	4899
26	R1NI	UA1NAH	36	4394
27	RL3T	RT3T	35	4354
28	R9QQ	RA9QBP	25	3037

29	UC5D	UA3DJG	24	2802
30	UA9OR	UA0FDX	12	1508
31	UA0UY	UA0VF	6	685

MULTI_OP MEMORY

1	R3VR	RA3DOL	204	24655
2	RC9J	RA9JBA	199	24453
3	RK4HYT	RZ4HL	127	15507
4	UA0D	R0DW	122	14677
5	RV9CX	UA9CDA	68	8400
6	RM3X	UA3XR	69	7780
7	RA8T	RU9SB	41	4798
8	RC0AU	RW0AS	22	2642
9	RV9V	R9UE	13	1626
10	RW0S	U0SP	13	1573

SINGLE_OP

1	R4ACY	129	15812
2	RZ9UF	105	12303
3	RC9A	70	8795
4	RA4AG	72	8711
5	R3AAA	73	8278
6	RA3NC	65	8145
7	RT1Q	52	6240
8	R9XS	48	5993
9	RK6HG	47	5945
10	R3DAJ	52	5885
11	RA7R	47	5698
12	UA9SMU	45	5392
13	R2HL	29	3460
14	RU4AA	23	2861
15	R2DMD	18	1876
16	YO2CEQ	2	238
17	SQ8MK	1	66
18	ES1AMI	0	0

MULTI_OP

1	RK9CYA	136	16170
2	RC9FC	44	5144

CHECKLOG

1	RA3TYL	UA3TN	20	2285
2	RW3RN	RW3RG	3	379

Космические связи радиостанции Симферопольского колледжа радиоэлектроники

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

В настоящее время одной из самых активных любительских радиостанций в Крыму является радиостанция Симферопольского колледжа радиоэлектроники (СКР) R7KBR. Радиостанция была открыта в 2017 г. [1], её возглавляет талантливый педагог колледжа Илья Ковалёв R7KAY, заведующий лабораториями СКР, заместитель пред-

седателя, явления и просто работу различной аппаратуры можно было продемонстрировать на практике. Работа в эфире для обучающихся стала хорошей мотивацией для углубления знаний по выбранной профессии.

Радиостанция колледжа не ограничивается лишь проведением радиосвязей в стенах учебного за-

ведения. Коллектив радиостанции часто выезжает в горы Крыма (Ангарский перевал, гора Чатыр-Даг, Караби-яйла, Долгоруковская яйла и др.) для проведения радиосвязей в УКВ-диапазоне и участия в соревнованиях. С учётом развития космических технологий и активного участия в

В соответствии с этими тенденциями коллектив радиостанции СКР в марте 2023 г. организовал (впервые в Крыму) радиосвязь с любительской радиостанцией российского сегмента Международной космической станции (МКС) RS0ISS на частоте 145,8 МГц телефоном в режиме ЧМ. Инициатива проведения этой радиосвязи принадлежала Илье Ковалёву. Для изучения такой возможности он вышел на сайт Дмитрия Пашкова R4UAB. Оказалось, что Дмитрий — один из организаторов радиолучительской космической программы для коллективных станций, детских и образовательных учреждений, в соответствии с которой существует возможность проводить радиолучительские связи с МКС. Начальник коллективной радиостанции СКР ознакомился с требованиями и подписал заявку у директора колледжа. В заявке был составлен перечень вопросов для космонавтов, предполагаемый день и время сеанса связи, которые следовало рассчитать с помощью программы Orbitron. Был выбран наиболее удобный вариант на 13 марта 2023 г. примерно в



R7KAY в полевых условиях.



R7KAY проверяет готовность радиоаппаратуры к сеансу связи.

седателя РО СРР по Республике Крым, председатель квалификационной комиссии РО СРР. Функционирует эта радиостанция в рамках программы дополнительного образования. Благодаря конструктивному подходу руководства колледжа (директор — Ольга Фёдоровна Касперова) была реализована связь основной образовательной программы и программы дополнительного образования. Многие физические

них радиолучителей (радиосвязи с использованием радиолучительских спутников-ретрансляторов, радиосвязи с отражением сигналов от Луны, использование ионизированных следов от влетающих в атмосферу Земли метеоров для проведения любительских радиосвязей и др.) [2] коллектив симферопольского колледжа радиоэлектроники старается идти в ногу со временем.

21:25 МСК. На борту МКС в это время несли вахту российские космонавты Дмитрий Александрович Петелин, Сергей Валерьевич Прокопьев и Андрей Валерьевич Федяев.

После отправки заявки началось томительное ожидание ответа от руководителя радиолучительской деятельности на борту МКС Самбурава Сергея Николаевича RV3DR [3]. К слову, Сергей Николаевич является правнуком

Константина Эдуардовича Циолковского, президентом общественного фонда К. Э. Циолковского, действительным членом Академии космонавтики, вице-президентом AMSAT-RUS по пилотируемой программе, главным специалистом ПАО РКК "Энергия" им. С. П. Королёва, руководителем

Космонавты работали на частоте 145,8 МГц. На радиостанции R7KBR использовался трансивер Yaesu FT1900. Антенна — коллинеарная. С учётом того что на крыше здания не было направленной антенны, пришлось применять всенаправленную коллинеарную антенну трёхсекционную 5/8 λ.



Студенты колледжа в радиоклассе во время сеанса связи с российскими космонавтами.

радиолобительской деятельности на орбитальном комплексе "Мир" (комплекс "Мир" просуществовал в космосе с 1986 г. по 2001 г.) и МКС.

Приём был удовлетворительным. В период связи сказывался эффект Доплера — на таких скоростях движения космической станции частота "ухо-



Радиооператор R7KBR Матвей Ласкин проводит радиосвязь с МКС.

После согласования деталей проведения сеанса в назначенный день в СКР прислали информацию о подтверждении мероприятия. Несмотря на позднее время проведения сеанса связи, на коллективной радиостанции СКР собралось более 30 студентов, с нетерпением ждавших вызов RS0ISS. Движение МКС отслеживали через программу на компьютере. Когда станция пролетала над Эгейским морем, раздался чёткий вызов R7KBR, для вас RS0ISS... — ожидание было оправдано, мы слышим и нас слышат тоже.

дила" до 5 кГц. После приветствия студенты задали ряд вопросов космонавтам, связанных с бытом, досугом, задачами космонавтов и физическими явлениями, наблюдаемыми на борту МКС. Это мероприятие оказалось очень интересным.

Конечно, радиосвязь была не совсем идеальна, наблюдались замирания сигналов, но большая часть информации была принята. Когда МКС пролетала уже над Каспийским морем, радиосвязь резко ухудшилась, ребята едва успели попрощаться с экипажем МКС.

Всего радиоконтакт длился примерно 7 мин.

Студенты, принимавшие участие в радиосвязи с Международной космической станцией, получили на память бюст Ю. А. Гагарина, распечатанный на 3D-принтере. Первый сеанс связи радиолобителей СКР из Крыма с МКС — знаменательное событие.

Ко второй связи с российским экипажем МКС, которая была запланирована на 12 декабря 2023 г., коллектив радиостанции СКР подготовился более основательно. Для радиосвязи были установлены три трансивера с тремя разными антеннами. Основным трансивером был Icom, к нему были подключены коллинеарная антенна и две запасные радиостанции — Alinco с пятиэлементной антенной "волновой канал", направленной вертикально вверх (это оказалось тактически правильно), и Yaesu с J-антенной с круговой направленностью. Всё это было сделано для того, чтобы обеспечить приём радиосигналов с разных направлений. Это обеспечило хороший результат при сеансе связи. Для исключения возможных помех, проникающих по электросети, все трансиверы были запитаны от аккумуляторов. Как и в первый сеанс связи, студенты задали интересные вопросы и получили исчерпывающие ответы от космонавта Николая Александровича Чуба. На борту МКС в этот период также несли вахту российские космонавты Константин Сергеевич Борисов и Олег Дмитриевич Кононенко. Сигналы RS0ISS принимались в Симферополе уверенно в течение всего сеанса связи без затуханий и потерь.

Как преподаватель СКР, Илья Ярославович Ковалёв считает, что подобные мероприятия способствуют расширению кругозора и резко повышают профессиональный интерес у студентов к своей уникальной профессии. С технической точки зрения организация таких радиосвязей с космическими объектами вполне решаемая.

Надеемся, что подобные сеансы связи с космическими объектами в СКР станут традиционными. Особую благодарность педагогический коллектив, студенты и руководство СКР выражают С. Н. Самбурову (RV3DR) и Д. А. Пашкову (R4UAB) за помощь в организации и проведении сеансов связи с российскими космонавтами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пузанков Л. Любительская радиостанция Симферопольского колледжа радиоэлектроники. — Радио, 2019, № 11, с. 52, 53.
2. Пузанков Л. История радиолобительского движения и радиоспорта в Крыму. — Изд. Форма Симферополь, 2023, 236 с. с ил.
3. Олег Германович Артемьев и Сергей Николаевич Самбуров в гостях у "Радио". — Радио, 2023, № 8, с. 3.

Примечание. Все фотографии к статье из архива И. Я. Ковалёва.

Кухонный таймер

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Таймер, описание конструкции которого приведено ниже, был собран для использования на кухне по просьбе семьи взамен вышедшего из строя старого советского механического таймера, купленного вместе с кухонной мебелью лет 40 назад. Новые приборы так долго не живут. Но поскольку мы идём в ногу со временем, был собран новый электронный таймер на основе модуля Arduino Nano и цветного сенсорного дисплея 2,4" LCD TFT с последовательной шиной SPI и разрешением 240×320 пикселей. Всё было собрано за один день, поэтому это устройство можно назвать конструкцией выходного дня.

Схема таймера показана на **рис. 1**. Он собран на модуле A2 (Arduino Nano) и дисплее A3 (**рис. 2**), которые соединены между собой по шине SPI. Максимальный уровень входных сигна-

лов дисплея — 3,3 В, а уровень выходного сигнала модуля А2 — 5 В, поэтому дисплей подключён к модулю А2 с помощью преобразователей уровня на резисторах R8—R17. Есть специальные

платы преобразователей уровня, их можно приобрести в Интернете, но они четырёхканальные, а необходимо пять каналов, но ставить две платы как-то непрактично.



Рис. 2

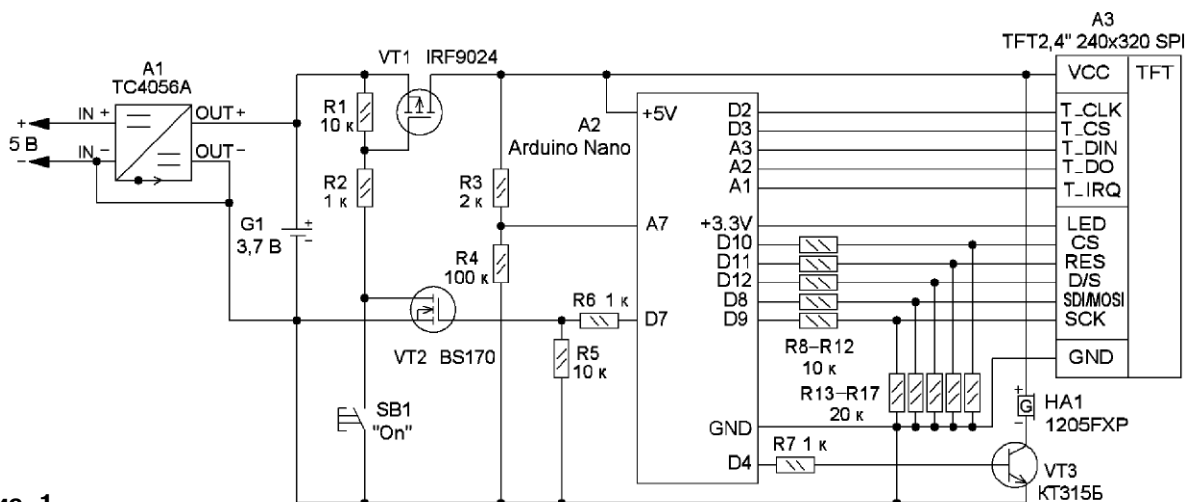


Рис. 1

С помощью делителя напряжения на резисторах R3 и R4 модуль A2 измеряет напряжение аккумулятора. Если оно снизится до 3,3 В, цвет цифр на дисплее сменится на жёлтый, а при снижении напряжения аккумулятора до 3 В и менее — на красный, и устройство издаёт короткий звуковой сигнал раз в минуту. При снижении напряжения аккумулятора ниже 2,5 В устройство отключается. Питается таймер от Li-Ion аккумулятора G1, и напряжения разряженного аккумулятора 3 В хватает для нормальной работы таймера. Заряжается аккумулятор через модуль A1 на

открывается транзистор VT1, и напряжение аккумулятора поступает на вход +5V модуля Arduino Nano. После этого кнопка блокируется модулем A2 с помощью открытого перехода стока — исток транзистора VT2. Выключается таймер автоматически через 30 с при условии, что не производились никакие действия или после отработки заданного времени с выдачей пятикратного звукового сигнала. Время выдержки устанавливают нажатием на каждую цифру на дисплее (рис. 3), при этом они изменяются в сторону увеличения по кольцу, кроме десятка часов.

выводится информация о напряжении аккумулятора.

Расположение элементов таймера в пластмассовом корпусе показано на рис. 4. В передней крышке корпуса резакон, сделанным из ножовочного полотна по металлу, вырезают отверстие размерами 60×43 мм, в которое вставляется дисплей, а затем закрепляется четырьмя винтами M3. С платы дисплея удаляют разъём для подключения SD-карты, а на её место с помощью двухсторонней липкой ленты закрепляют модуль Arduino Nano. На первой макетной плате, которая

Рис. 3



Рис. 4

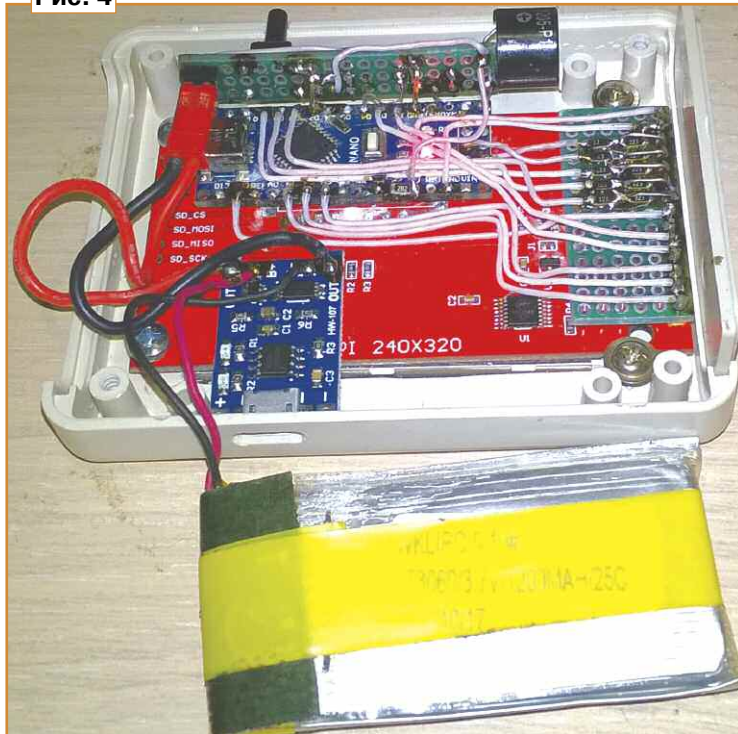


Рис. 5



закреплена в верхней части корпуса, монтируют кнопку SB1, транзисторы VT1—VT3, акустический излучатель HA1 (см. рис. 3). На второй макетной плате устанавливают резисторы преобразователей уровня и припаивают выводы дисплея. Для монтажа применён провод МГТФ-0,12. Модуль A1 приклеен к плате дисплея с помощью двухсторонней липкой ленты в нижней части. В корпусе напротив разъёма для подключения зарядного устройства вырезано отверстие соответствующего размера. Аккумулятор можно применить любой Li-Ion подходящего размера. Все резисторы, применённые в таймере, — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Собранный таймер в пластмассовом корпусе размерами 90×70×28 мм.

Налаживания устройство не требует, и если оно собрано без ошибок, после сборки и программирования модуля Arduino Nano начинает работать сразу. Внешний вид таймера в корпусе показан на рис. 5.

Все библиотеки, которые применены в программе, можно загрузить с сайта GitHub <<https://github.com/ru-doc>>.

микросхеме TC4056A с помощью зарядного устройства от мобильного телефона с выходным напряжением 5 В.

Включается таймер кратковременным нажатием на кнопку SB1. При этом

Нажатием на экранную кнопку SET можно сбросить установленное время, а нажатие на экранную кнопку START запускает обратный отсчёт времени таймера. Кроме времени, на дисплей

От редакции. Скетч для Arduino Nano и некоторые библиотеки находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/timer.zip> на нашем FTP-сервере.

Игрушка-танкетка на колёсах Месапит

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эта игрушка (рис. 1 внизу) изготовлена на базе шасси комнатного хождения (рис. 1 сверху), конструкция которого подробно описана в статье автора [1]. Игрушка предназначена для изучения

движений, с помощью пульта-приложения для ПК (рис. 2). Этот вариант содержит восемь кнопок, и игрушка движется в указанном направлении-названии, пока кнопка нажата. При её отпускании дви-

жением башни, увеличено число управляющих драйверами моторов выводов платы модуля Arduino Pro mini. Теперь управление каждого мотора стало независимым. Связь компьютера и танкетки во время управления или дистанционной загрузки скетчей из Arduino IDE поддерживает самодельный переходной блок (рис. 4). Его схема представлена на рис. 5. Он содержит Bluetooth-модуль A1 (HC-05) и модуль A2 преобразователя интерфейсов USB/UART-TTL на микросхеме SN340G. Подробнее о практической реализации этого блока рассказано в

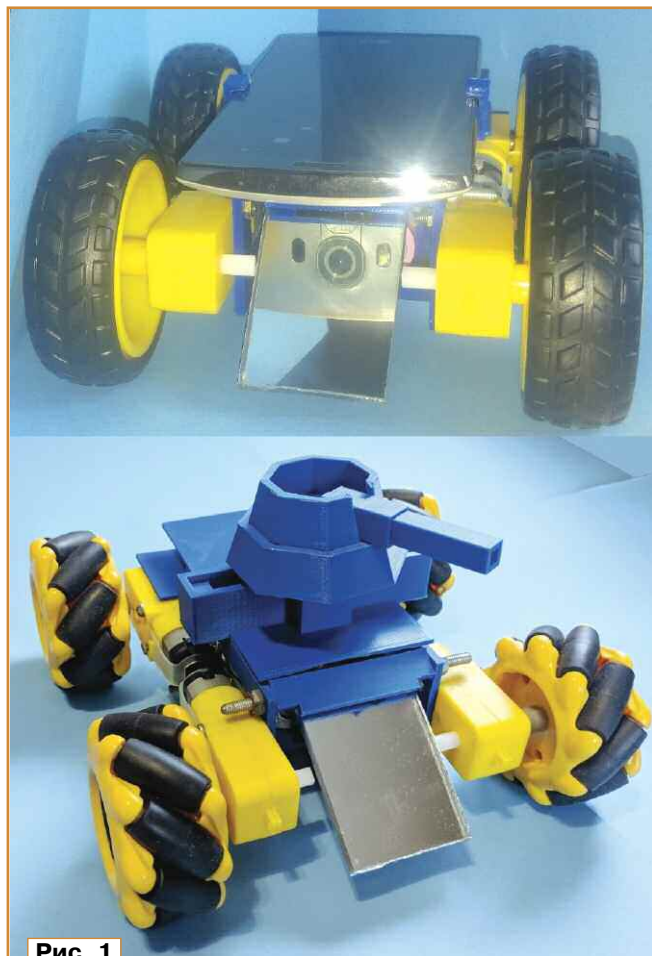


Рис. 1

движений четырёхколёсного Месапит-шасси и экспериментов с ним. Колесо Месапит представляет собой всенаправленную конструкцию, позволяющую наземному транспортному средству двигаться в любом направлении. Его иногда называют шведским колесом, или колесом Илона, в честь его изобретателя Бенгта Эрланда Илона (1923—2008) [2, 3], который придумал эту концепцию, работая инженером в шведской компании Месапит АВ, и запатентовал её в США 13 ноября 1972 г. Игрушка имеет поворотную "орудийную" башню и управляется, как и исходное шас-

сание прекращается. Приложение, кроме кнопок навигации, имеет окно выпадающего списка для выбора COM-порта связи и окно символа отправляемой команды при манипуляциях с кнопками. Сам проект приложения реализован в среде HiAsm, используемой автором в предыдущих разработках.

Схема игрушки показана на рис. 3 и содержит несколько отличий от исходной [1]. Добавлен сервопривод SG90 (модуль A4) для управления вра-



Рис. 2

[4]. Bluetooth-модуль на танкетке играет роль Slave, а модуль блока — роль Master. Использование последнего исключает из взаимодействия по Bluetooth операционную систему ПК. Иными словами, компьютер вообще ничего не знает о существовании Bluetooth. Для него брелок-блок просто COM-порт. Следовательно, мы больше не нуждаемся ни в драйверах

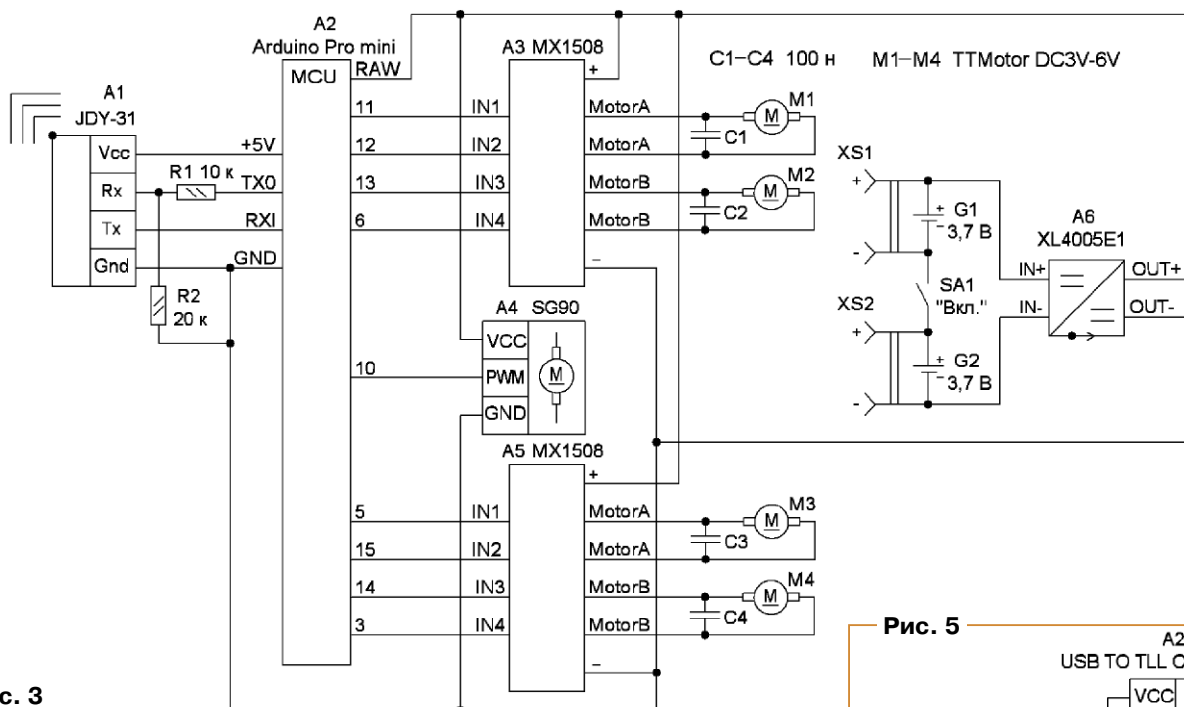


Рис. 3

Bluetooth, ни в какой бы то ни было его настройке, а связь становится более устойчивой и устанавливающейся автоматически после включения связанных модулей. Их настройка с помощью AT-команд сводится к установке скорости обмена — 19200 бод и режимов

Slave, Master соответственно, подробнее описание можно найти в [1].

Переделка конструкции [1] сводится к дополнительной печати на 3D-принтере четырёх элементов шасси, показанных на **рис. 6**. Элемент 1 — основание для крепления башни, которая образо-

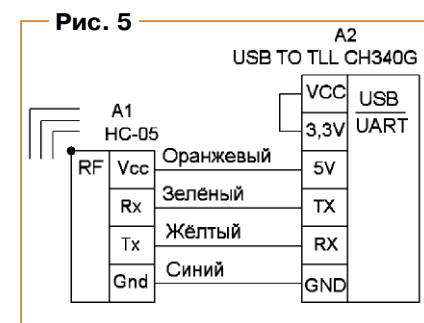


Рис. 5

Рис. 4

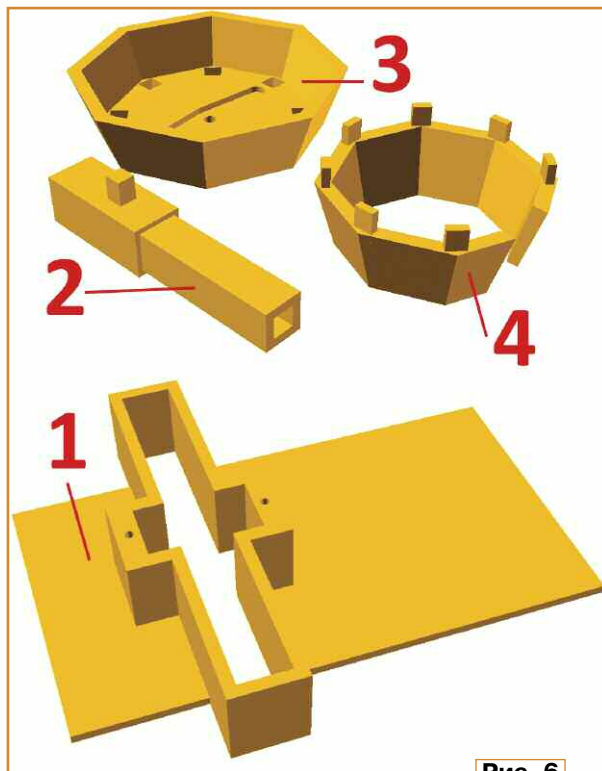
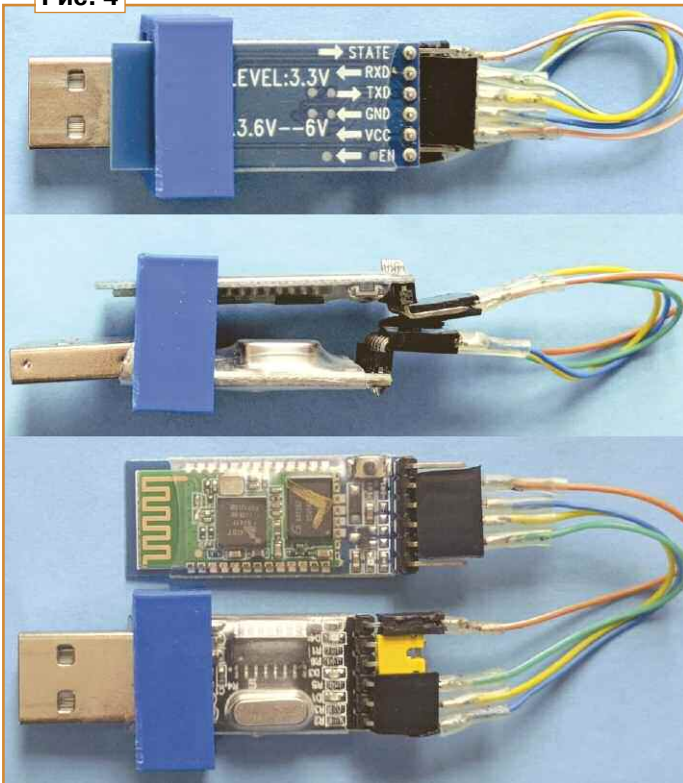


Рис. 6

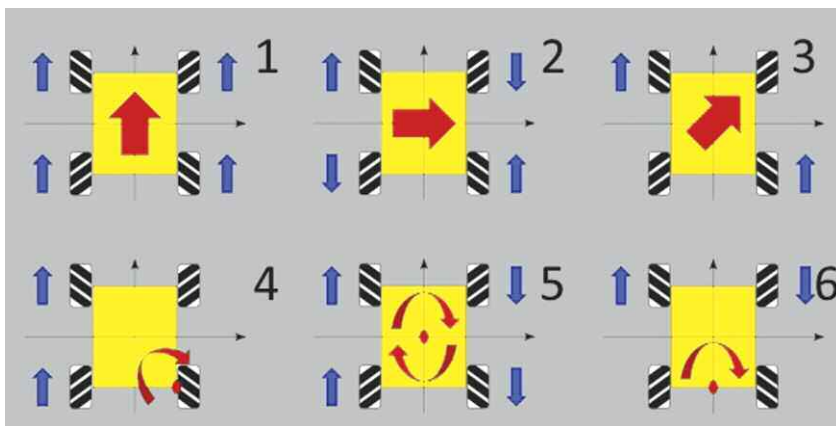


Рис. 7

вана элементами 2—4. Также необходимо заменить исходные колёса на колёса Mecanum и произвести припаивание выводов элементов схемы сообразно её новому варианту, используя тонкие провода.

Неполный набор возможных движений шасси показан на рис. 7. В автор-

ском скетче реализованы три варианта — 1, 2 и 5. При проведении экспериментов, редактировании и загрузке скетчей управления шасси не следует забывать, что COM-порт одновременно может работать только с одним приложением. Следовательно, открывая приложение пульта, следует пред-

варительно закрывать Arduino IDE, и наоборот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. Комнатный ход на Arduino Pro mini. — Радио, 2021, № 9, с. 59—62.
2. Mecanum wheel. — URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Mecanum_wheel (04.01.23).
3. Принцип и реализация колеса Mecanum. — URL: <https://russianblogs.com/article/3161169067/> (04.01.23).
4. Как связать два микроконтроллера по Bluetooth. Настраиваем HC-05 для работы в режиме Master. — URL: <https://707.su/qf4> (04.01.23).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/03/tank.zip> находятся материалы проекта и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства.

Викторина

"Микрокомпьютеры Orange Pi"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

Вслед за первыми массовыми микрокомпьютерами (SBC) линейки Raspberry Pi (RPi) стали появляться их аналоги. Так, в 2014 г. китайская фирма Xunlong из г. Шэньчжэнь начала выпуск SBC под названием Orange Pi (OPi). Главная особенность — значительно более низкая цена при вполне сопоставимых технических параметрах. Плюс открытый исходный код, свободно распространяемые электрические схемы, своя экосистема в Интернете и постоянно обновляемые релизы ОС Android, Linux, OpenWRT.

Слово Orange в переводе означает "апельсин", а Pi (рус. "пай") является подражанием бренду RPi, своего рода рекламной мимикрией. И если RPi в быту называют "малинками", то OPi — "апельсинками".

За все годы было выпущено более 40 версий OPi. Из них радиолюбители

чаще используют так называемые классические SBC в виде открытой платы с универсальными возможностями. Сразу отсеиваются специализированные OPi для Интернета вещей (OPi x-IoT) и модели в корпусах (OPi AI Stick, OPi 800, OPi Compute Module). К оставшимся SBC надо применить принцип "1 ГГц — 1 ГБ", т. е. оставить те из них, у которых тактовая частота процессора не менее 1 ГГц и объём ОЗУ не менее 1 ГБ. Такое сочетание позволяет запускать базовые программы без особых задержек, хотя для последних версий ОС рекомендуется память ОЗУ не менее 4 ГБ.

Деление на пять поколений в OPi сделано по аналогии с RPi. Но это больше маркетинговый ход, поскольку многообразие плат OPi базируется на разных 64-разрядных прикладных процессорах (AP) сторонних фирм.

Состав версий OPi, в зависимости от фирмы-изготовителя AP:

— Allwinner A64, H2+, H3, H5, H6, H616, H618 — OPi 2x; OPi 3; OPi Lite-x; OPi One-x; OPi PCx; OPi Plus-x; OPi Prime; OPi R1; OPi Win-x; OPi Zero 2x; OPi Zero 3;

— Rockchip RK3328, RK3399, RK3566, RK3588 — OPi 3B; OPi 4x; OPi 5x; OPi R1 Plus-x; OPi RK3399;

— Amlogic S905D3 — OPi 3 Plus.

В таблице показаны фрагменты схем и фотографий SBC семейства OPi (<http://www.orange-pi.org/html/hardware/computerAndMicrocontrollers/service-and-support/>). На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 3620 или 3628, значит, все ответы правильные.

Цена одного номера журнала **2024** г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке
в редакции — **490 руб.**

Стоимость полугодовой подписки с
рассылкой из редакции (адресная рас-
сылка) для индивидуальных подпис-
чиков России — 3600 руб., для индиви-
дуальных подписчиков из стран зару-
бежья — 4800 руб.

Стоимость для юридических лиц
России — 3840 руб., для юридических
лиц из стран зарубежья — 5280 руб.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2021	11—12	395 руб.	490 руб.	800 руб.
2022	1—12	430 руб.	530 руб.	840 руб.
2023	2—12	470 руб.	570 руб.	880 руб.
2024	1—6	490 руб.	600 руб.	800 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадо- биться почтовый индекс банка 101000. Наложным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам: Официальный каталог Почты России **П4014**;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ **89032**



ОФОРМЛЯЙТЕ ПОДПИСКУ НЕ ВЫХОДЯ ИЗ ДОМА



на сайте
podpiska.pochta.ru



в мобильном приложении
Почты России



через почтальона

Доставка
На адрес получателя: на дом по почтовому индексу

Адрес:

ФИО получателя:

Месяцы подписки
2020 Янв Фев Мар Апр Май Июн Июл Авг Сент Октяб Нояб Дек

1 мес. 2020 1 мес. 2020 12 месяцев 2020
1-е полугодие 2-е полугодие 1-е полугодие 2-е полугодие

*** ** Р *** ** Р *** ** Р



2024
от
589,16 руб.
месяц

Поддерживаемые
ОС



Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР



Защита от хищений средств

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



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

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



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

Техподдержка
компании
«Доктор Веб»:
<https://support.drweb.ru>

Сайты компании
«Доктор Веб»
в социальных сетях:
[https://www.drweb.ru/
user/social](https://www.drweb.ru/user/social)



Сайты компании
«Доктор Веб»:
<https://антивирус.рф>
<https://drweb.ru>



© ООО «Доктор Веб», 2021
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный)
факс: +7 495 789-45-97

