

2024

РАДИО

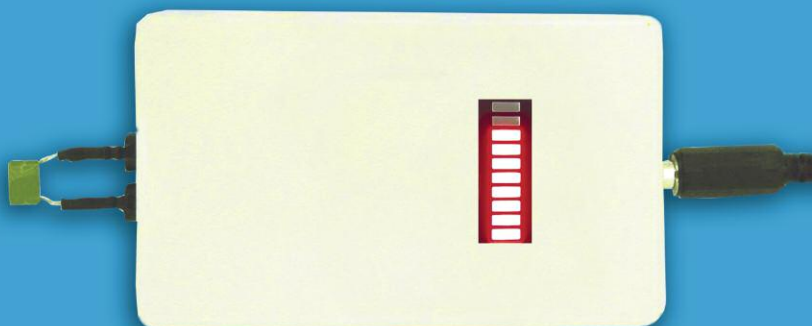
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

23 ФЕВРАЛЯ — ДЕНЬ ЗАЩИТНИКА ОТЕЧЕСТВА

ТЕЛЕГРАФНЫЙ ТРЕНАЖЁР



ИНДИКАТОР УРОВНЯ ВОДЫ



ДАТЧИК ПОГАСАНИЯ ПЛАМЕНИ

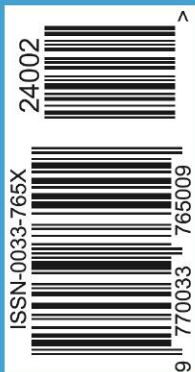


ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЕ УСТРОЙСТВО



- НЧ-генератор
- Индикатор радиоактивности
- Металлоискатель для начинающих
- Лабораторный блок питания

...и ещё 6 конструкций



2
2024



"Италия" — Умберто Нобиле — Николай Шмидт"



С участниками и гостями торжеств
на ледоколе "Красин".



Юбилейный диплом СРР.

Э.Т.Кренкелю — 120 лет!

Евгений СУХОВЕРХОВ (UA3AJT/RK3F), г. Москва

1903 - 2023гг
Э.Т. Кренкелю 120 лет

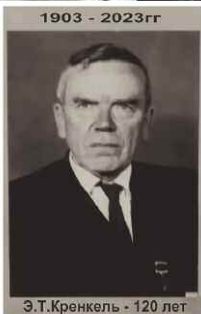


Фото 1

Эрнст Теодорович Кренкель (фото 1) — выдающийся полярный исследователь, радист, учёный и общественный деятель, известный всему миру. Он участвовал в полярных экспедициях на Маточкин Шар и Землю Франца-Иосифа. Работал на Северной Земле и летал в

Арктику на дирижабле "Граф Цеппелин". Ходил по Северному морскому пути на ледоколах и пароходах. Это он с позывным RAEM отправлял тревожные радиogramмы с борта гибнущего "Челюскина". В числе четвёрки папанинцев Эрнст Теодорович совершил беспрецедентный 2500-километровый дрейф в Северном Ледовитом океане на станции "Северный полюс-1". Именно он установил в 1926 г. первую связь на КВ Новая Земля—Баку. В 1930 г. он провёл QSO с корреспондентом в противоположной точке земного шара, связавшись из Арктики с американской экспедицией адмирала Берда в Антарктиде. Работая сначала позывным EV2EQ, а позже RAEM, Эрнст Теодорович стал популярнейшим из радиолюбителей.

Доктор географических наук Эрнст Теодорович Кренкель руководил Научно-исследовательским институтом гидрометеорологического приборостроения. В течение многих лет являлся членом редколлегии и постоянным автором журнала "Радио". Был первым председателем президиума Федерации радиоспорта СССР и возглавлял Всесоюзное общество филателистов. Часто выступал с лекциями и докладами.

За большие заслуги перед Родиной был удостоен высокого звания Героя Советского Союза и многих государственных и общественных наград. Он первым получил звание "Мастер коротковолновой связи" (1936 г.) и нагрудный знак "Почётный радист СССР" (1946 г.). В 2001 г. имя Эрнста Теодоровича Кренкеля (RAEM) внесено (№ 26) в Зал Славы радиолюбительского журнала CQ Amateur Radio (США). Много лет прошло с тех пор, как навсегда ушел позывной RAEM, но в памяти радиолюбителей всего мира навечно сохранится светлый образ этого необыкновенного человека.

25 декабря в Центральном музее радиолюбителей им. Эрнста Теодоровича Кренкеля, совместно с администрацией колледжа связи № 54, расположенного по адресу: Рязанский проспект, д. 8, прошло торжественное мероприятие, посвящённое 120-летию со дня рождения Эрнста Теодоровича Кренкеля (RAEM).

На торжественную встречу собрались сотрудники и студенты колледжа связи № 54, активисты музея (фото 2). Присутствующих приветствовала представитель колледжа Яна Евгеньевна Рыбина. Сотрудница музея Инна Хакеевна Акуджаба рассказала о жизненном пути Эрнста Теодоровича Кренкеля, продемонстрировав тематические видеоролики, в том числе об экспедиции на потерпевшем крушение корабле "Челюскин" и спасении его экипажа, где Эрнст Теодорович был радистом. А научный сотрудник Государственного центрального музея современной истории России Михаил Александрович Полищук прокомментировал некоторые эпизоды биографии, добавив от себя видеофрагмент презентации об Эрнсте Теодоровиче из фондов ГЦМСИР (фото 3).



Фото 2



Фото 3



Фото 4

Неподдельный интерес вызвало выступление Сергея Александрова (RV3B) с демонстрацией записи подлинного голоса Кренкеля и рассказом о непростом быте челюскинцев на гибнущем во льдах ледоколе. О дипломе, посвящённом 120-летию Э. Т. Кренкеля, рассказал член общественного Совета музея Герман Сайкин (UA3AIU). Международный диплом "Медаль Кренкеля", посвящённый 120-летию Эрнста Теодоровича, учредил радиолюбитель, путешественник из Владивостока Валерий Суслов (RM0L). Для получения его электронной версии необходимо набрать 120 очков; при связи с обладателями медалей — 10 очков; при связи с радиостанцией Центрального музея радиолюбителей им. Э. Т. Кренкеля (RK3F) — 50 очков.

Эрнст Теодорович учредил приз первому советскому радиолюбителю, который установит с ним двустороннюю связь, — свой личный приёмник КУБ-4. Приз получил ленинградец Василий Салтыков (U1AD). Сейчас этот приёмник находится в Москве, в Центральном музее радиолюбителей им. Э. Т. Кренкеля (см. фото 2).



Фото 5

Ведущий мероприятия Евгений Васильевич Суховерхов (UA3AJT/RK3F) рассказал о формировании фонда музея ЦРК СССР, затем Центрального музея радиолюбителей им. Э. Т. Кренкеля. Началось всё с личных вещей Э. Т. Кренкеля, которые были переданы его родственниками в ЦРК после его кончины в 1971 г. В 2021 г. был передан письменный стол Кренкеля. В настоящее время его радиолюбительский шек восстановлен — этот раздел является его мемориалом (фото 4). Тесный контакт с семьёй Кренкеля продолжается постоянно. В музее проходят встречи не только с сыном Кренкеля Теодором Эрнстовичем, но и с его родственниками (фото 5).

НАУКА И ТЕХНИКА 4

РАДИОПРИЁМ 7

ЗВУКОТЕХНИКА 9

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 17

ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 26

РЕМОНТ 29

ИЗМЕРЕНИЯ 32

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 36

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 39

"РАДИО" — О СВЯЗИ 45

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 55

Е. СУХОВЕРХОВ. Э. Т. Кренкелю — 120 лет!	1
А. ГОЛЫШКО. К "вещам" — через космос.	4
В. ШЕПТУХИН. Новости вещания	7
Д. ПАНКРАТЬЕВ. Высококачественные цифровые источники звука	9
С. СЕМИХАТСКИЙ. Регулируемый стабилизатор тока 0...6 А	17
В. КИБА. Лабораторный блок питания с функцией зарядки аккумуляторов.	19
С. БОГАТЕНКОВ. Стержневые радиолампы и их применение в технике связи	26
И. АНДРИАНОВ. Ремонт детского музыкального синтезатора	29
И. НЕЧАЕВ. Ремонт индукционной плиты Kitfort KT-109	30
А. ПАНЬШИН. Измерение тока зарядки Li-ion аккумуляторов	32
А. КОРНЕВ. НЧ-генератор синусоидального сигнала с фиксированными частотами и малыми искажениями	33
С. РЫЧИХИН. Стенд для оперативной проверки БТИЗ и МОП-транзисторов	34
А. ШУМИЛОВ. Вторая "жизнь" "мышки"	36
С. БИРЮКОВ. Индикатор уровня воды	39
А. ВОВК. Датчик погасания пламени	41
Д. ВОРОНИН. "Италия" — Умберто Нобиле — Николай Шмидт". К 95-летию спасения полярной экспедиции Умберто Нобиле.	45
Л. КЛЭРИ. Саленто — земля солнца, ветра и радио	50
Е. МОРОЗ. Телеграфный тренажёр "ГАММА-PIС"	51
Д. ЛЕКОМЦЕВ. Индикатор радиоактивности с ручным электрогенератором	55
И. ЮСУПОВ. Звуковоспроизводящее устройство "Спокойной ночи"	58
А. СЕРОВ. Металлоискатель для начинающих	59
Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Raspberry Pi"	62

ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 29). НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 16).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 3, 4, 7, 16, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке.

- Индикатор уровня воды (см. статью на с. 39).
- Датчик погасания пламени (см. статью на с. 41).
- Телеграфный тренажёр "ГАММА-PIС" (см. статью на с. 51).
- Звуковоспроизводящее устройство "Спокойной ночи" (см. статью на с. 58).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**КУХОННЫЙ ТАЙМЕР
ДРОССЕЛИ ДЛЯ ИИП
ИГРУШКА НА КОЛЁСАХ МЕСАНУМ
СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ЛБП**



НАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ — ЗАЩИТНИКАМ ОТЕЧЕСТВА!

12–13 МАРТА 2024
МОСКВА, КОНГРЕСС-ЦЕНТР
ПРЕЗИДЕНТ-ОТЕЛЯ

ОРГАНИЗАТОР



NAVICOMEXPO.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 24.01.2024 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. 01075-24 .

NNUI 4ab2b79174c5e1911e70849ef3f7fcef



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

К "вещам"

—
через космос

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

"Работайте так, словно деньги
не имеют для вас никакого значе-
ния".

Марк Твен

Важности различных спутниковых проектов для самых
разных отраслей экономики России, включая и
Министерство обороны, сегодня вряд ли кто-нибудь сомне-
вается. Ведь самая большая по площади страна располо-
жена преимущественно в высоких широтах, где вечная
мерзлота, горы, реки, океаны, тайга и тундра создают пре-
пятствия как для транспорта, так и для услуг связи. Поэтому
дотянуться до множества отдалённых объектов проще и
дешевле не кабелем или сотовыми сетями, а через спутник.

Поскольку без качественной широкополосной много-
пользовательской связи и идущих поверх неё информа-
ционных технологий никакой современной экономики и
быть не может, наше будущее — это перспективные спутни-
ковые группировки, в создании которых необходимо опера-
тивно догонять другие космические страны. В последнее
время такая работа активизировалась и стала системной,
когда речь идёт не о запуске отдельных космических аппа-
ратов для решения локальных задач, а о создании целой
экосистемы услуг прикладного космоса, которая станет
драйвером для развития всех сфер экономики и жизни
страны. Данные сервисы будут ориентированы также и на
обычных людей, а не только на частные компании и госсек-
тор.

Создание указанной выше космической экосистемы
воплотилось в федеральный проект "Сфера", о котором
первые заговорили в 2018 г. и который включает орбиталь-
ные группировки связи и дистанционного зондирования
Земли. В "Сферу" войдут пять спутниковых группировок
связи "Ямал", "Экспресс-ПВ", "Экспресс", "Скиф" и "Ма-
рафон", а также пять спутниковых группировок дистан-
ционного зондирования Земли (ДЗЗ) "Беркут-Х", "Беркут-
О", "Беркут-ВД", "Беркут-С" и "Смотр". В частности, косми-
ческие аппараты (КА) помогут отслеживать перемещение
грузов и пассажиров по железной дороге, морским или
автомобильным транспортом, предоставят надёжную связь
пассажирам в пути. Тем компаниям, которые имеют слож-
ную географию своих производственных активов, КА обес-
печат удалённый мониторинг оборудования, инфраструкту-
ры и работы персонала, а также помогут провести разведку
природных ресурсов. Первые работы по проекту создания
многоспутниковой орбитальной группировки "Сфера" нача-
ты в декабре 2021 г.

Проект "Сфера" также направлен на ликвидацию так
называемого "цифрового неравенства" в особо удалённых
населённых пунктах. Общий объём финансирования рос-
сийской многоспутниковой группировки "Сфера" составит
около 180 млрд рублей.

Текущая (начальная) конфигурация "Сферы" предпола-
гает запуск 137 КА (132 серийных и пять эксперименталь-
ных) группировки Интернета вещей (IoT — Internet of
Things) "Марафон IoT", шесть аппаратов "Скиф" для сис-

темы широкополосного доступа (ШПД) в Интернет, четыре спутника связи "Экспресс-РВ", а также спутники наблюдения Земли. Среди них аппараты "Беркут-О" (обзорная съёмка, 84 КА), "Беркут-ВД" (высокодетальная съёмка) и "Беркут-Х" (радиолокационная съёмка, 12 КА). Наибольшее внимание уделяется радиолокационным космическим аппаратам, работа которых не зависит от наличия облачности. Они особенно полезны там, где требуется круглосуточное всепогодное наблюдение, например, в Арктике или на сегодняшней Украине.

За персональный ШПД в Интернет в "Сфере", и в особенности на высоких широтах и трассе Северного морского пути, будет отвечать группировка "Экспресс-РВ", а за коллективный доступ — группировка из 12 КА "Скиф", которые разместятся на средней круговой орбите высотой 8070 км с полярным наклоном 88,2 градуса. Её выбор обусловлен следующими особенностями:

- возможностью обслуживания северных широт, недоступных для традиционных спутников на геостационарной орбите, в том числе районов Крайнего Севера, Арктики, Северного морского пути и кроссполярных авиатрасс;

- необходимостью небольшого числа спутников для устойчивого обслуживания территории России;

- оптимальным балансом между высотой орбиты, временем видимости космических аппаратов для абонента и числом спутников, необходимых для обслуживания России.

Если сравнивать орбиту группировки "Скиф" с конкурентами, прежде всего OneWeb и Starlink, то это очень высоко. Спутниковая группировка Starlink находится на низких орбитах высотой 300...600 км, а спутники проекта OneWeb на высоте 1100...1200 км. Низкая орбита Starlink, с одной стороны, позволяет снизить задержку при передаче сигнала и не требует особо мощных приёмопередающих устройств, а с другой — такой системе необходимо значительно больше спутников. При полном развёртывании Starlink в ней окажется почти в 100 раз больше КА, чем у "Скифа". Это также означает, что бюджет радиолинии у аппаратов "Скифа" будет хуже, чем у Starlink (т. е. либо мощность передатчика, либо размер антенны необходимо увеличивать). В целом же "Скиф" не будет аналогом Starlink в плане дешевизны и простоты доступа, поскольку предназначен для коллективного стационарного использования.

Чем ниже орбита, тем меньше зона покрытия одного спутника. Следует заметить, что российские "Скифы" на роль глобальной системы не претендуют и призваны обеспечить услугами ШПД только территорию России, что ограничивает их число. Масса КА "Скиф" — до 900 кг (в четыре раза тяжелее Starlink). Ожидаемый срок службы каждого "Скифа" — около двенадцати лет. Ну, а логика работы отечественного спутникового Интернета в целом аналогична Starlink. Сами спутники — это типичные ретрансляторы.

Планируется, что пропускная способность одного КА составит более 150 Гбит/с, и соответственно, вся система может считаться группировкой терабитного класса. Запуск спутника-демонстратора "Скиф-Д" состоялся 22 октября 2022 г. с космодрома Восточный совместно с тремя КА связи "Тонец-М", также изготовленными в АО "Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнёва" (АО ИСС). 23 октября спутники вышли на свои орбиты. Так началась реализация всего федерального проекта "Сфера". Кстати, "Скиф-Д" стал первым за всю историю отечественного создания спутников КА, который выведен на среднюю круговую орбиту высотой 8070 км.

"Скиф" числится в Международном союзе электросвязи (ITU) как SKY-F. В 2015 г. "Зонд Холдинг" получил разрешение на создание спутниковой группировки на негеостационарной орбите с использованием частот Ка-диапазона (27600...28400 МГц (Земля—космос) и 17800...18600 МГц (космос—Земля)). Как видим, было выделено две полосы шириной 800 МГц и 600 МГц соответственно.

Также, в отличие от Starlink, где на спутник подаётся сигнал в Ка-диапазоне, а на наземный терминал уходит сигнал по Ку-диапазону, "Скиф" работает исключительно в Ка-диапазоне.

В 2015 г. была зарегистрирована заявка в ITU на орбитально-частотный ресурс с получением приоритета на задействованные радиочастоты. Заинтересованные страны получают доступ к орбитально-частотному ресурсу в соответствии с положениями Регламента радиосвязи ITU после успешного выполнения всех предусмотренных процедур, начиная с заявления частотных присвоений и заканчивая их занесением в Международный справочный регистр частот (МСПЧ). Согласно правилам ITU, заявка должна быть подтверждена на практике в течение семи лет (т. е. не позднее 2022 г.) путём запуска спутников, числом не меньше 10 % от группировки (на первом этапе — шесть КА). Таким образом, главная задача, стоявшая перед "Скиф-Д", — в обусловленные сроки дать сигнал на зарегистрированных в ITU частотах.

Частотное присвоение, занесённое в МСПЧ, получает право на международное признание. На практике это означает, что другие администрации должны учитывать такое частотное присвоение, чтобы избежать вредных помех. Однако это ни в коей мере не означает, что частотное присвоение и связанная с ним орбитальная позиция принадлежат заявителю-государству или частной компании. Частотное присвоение — это лишь разрешение на использование радиочастоты или радиочастотного канала, причём на определённых условиях и предоставленное на определённый срок.

Первый этап развёртывания спутниковой группировки для широкополосного доступа в Интернет "Скиф" подразумевает запуск шести КА к концу 2025 г. и середине 2026 г. Выводиться на орбиту они будут с помощью ракеты-

носителя "Союз-2.16" с разгонным блоком "Фрегат". Одной из задач, решаемых в рамках этой спутниковой группировки, — сделать стоимость передачи информации через спутниковую связь, которую обеспечат аппараты "Скиф", сопоставимой с ценами наземных операторов. Ещё одной немаловажной задачей, которую, по словам главного конструктора многоспутниковых систем АО ИСС Олега Графодатского, удалось решить, является полная замена импортных комплектующих в прежних массо-габаритных параметрах.

В апреле 2023 г. ТАСС сообщало, что Роскосмос планирует приступить к формированию передовой спутниковой системы, которая позволит подключать мобильные устройства к сети даже в условиях полного отсутствия сотовой инфраструктуры по технологии direct-to-cell (или satellite-to-cell, или direct-to-mobile), уже известная читателям журнала и предусматривающая прямая доступ смартфонов к спутникам без дополнительного оборудования. Новая российская группировка спутников будет создаваться на базе КА "Беркут-С" с высотой орбиты около 2000 км. В рамках этого проекта будет создана группировка из сотен спутников, однако их число и сроки запусков будут уточнены в процессе проектирования.

За рубежом спутниковую связь для обычных смартфонов будут совместно тестировать компании SpaceX и T-Mobile. Также компания Qualcomm в 2023 г. объявила, что спутниковый сервис Snapdragon Satellite позволит отправлять экстренные сообщения вне зоны действия традиционных мобильных сетей через спутник и будет доступен через смартфоны, использующие чипсеты Snapdragon. Поддержка будет предусмотрена не только для флагманских моделей, но и для бюджетных устройств. Смартфоны Apple и некоторых других компаний последнего поколения уже поддерживают спутниковую связь, но география действия сервисов и их функциональность ограничены.

В конце 2025 г. запланирован запуск первого спутника высокоэллиптической системы связи "Экспресс-РВ". Развёртывание полной орбитальной группировки произойдёт в 2026 г. В неё войдут четыре одноимённых КА на высокоэллиптической орбите (ВЭО), предназначенных для организации услуг фиксированной и подвижной связи. Они будут оснащены оборудованием для работы в диапазонах частот С, Ku и L. Гарантированный срок активной жизни спутников составит 10 лет. По словам специалистов, орбитальная группировка "Экспресс-РВ" обеспечит предоставление услуг связи, включая широкополосный доступ в Интернет на всей территории России и акватории Северного Ледовитого океана.

По мнению специалистов, наиболее экономичный и приемлемый с точки зрения электромагнитной совместимости (ЭМС) способ — использование спутников на высокоэллиптических орбитах. Геостационарная орбита (ГСО) при всех её несомненных преимуществах имеет два серьёзных недостатка. С неё не обеспечивается обслуживание



территорий выше 76...78 град. с. ш. и малы углы видимости спутника с российской территории, что затрудняет организацию связи с подвижными объектами.

Негеостационарные системы со спутниками на средних и низких круговых орбитах, также способные решить задачу связи в Арктике, требуют значительных капитальных вложений, исчисляемых многими миллиардами долларов США (особенно низкоорбитальные системы), при этом вероятность возврата затраченных средств крайне невелика. Также не вполне понятно, как обеспечить ЭМС с ГСО-системами. Система связи со спутниками на ВЭО способна с успехом решить задачи обеспечения связью Арктической зоны, связи с подвижными объектами и ряд других важных государственных задач. При этом капитальные затраты на создание системы в разы ниже, чем для низкоорбитальных систем, а ЭМС с геостационарными системами гарантированно обеспечивается без принятия каких-либо дополнительных мер.

Пользователями этой системы спутникового ШПД могли бы стать местные администрации, государственные структуры (МЧС, МВД, Минтранс, Минобороны, различные федеральные службы), корпоративные пользователи (геологоразведка, нефте- и газодобыча, телемедицина, дистанционное обучение), службы мониторинга в интересах различных ведомств.

В 2023 г. АО ИСС заключило госконтракт с Роскосмосом на изготовление КА для глобальной низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных "Марафон IoT", которая предназначена для предоставления услуг IoT. Развитие системы "Марафон IoT" для глобального обслуживания запланировано на 2025—2028 гг., восполнение спутниковой группировки — на 2028—2030 гг.

Будут разработаны и изготовлены пять опытных КА "Марафон", а затем поэтапно 132 штатных спутника, что составит половину орбитальной группировки системы Марафон IoT. Также по условиям контракта на предприятии будет организован участок для их серийной сборки. Первая партия из пяти спутников должна быть выведена на орбиту в 2025 г. Помимо этого, предприятие произведёт и подготовит к запуску экспериментальный космический аппарат "Марафон" — негерметичный спутник микрокласса массой менее 100 кг, оснащённый полезной нагрузкой для передачи данных в интересах IoT. В настоящее время завершается изготовление составных частей этого КА, развёрнуты процессы отладки взаимодействия бортовой аппаратуры, разрабатывается программное обеспечение. Спутник планировалось запустить до конца 2023 г.

Спутники массой всего 45...50 кг планируют выпускать на конвейере. На предприятии ИСС в Красноярском крае готовятся к массовой сборке спутников. Если ещё в 2021 г. здесь собирали десять относительно крупных КА (в основном средние и тяжёлые спутники телекоммуникационного назначения и

системы ГЛОНАСС), то с 2024 г. объёмы производства должны возрасти до ежемесячного выпуска 10—15 малых КА массой до 100 кг. Для этого уже создана новая линия поточной сборки, и завершается создание линейки новых КА проекта "Сфера".

Человек, попавший в беду где-нибудь в районе Северного морского пути, сможет с помощью малогабаритного гаджета подать сигнал бедствия. Пока это устройство носит имя "Кнопка жизни" и является индивидуальным аналогом автомобильной "ЭРА-ГЛОНАСС". Работать "Кнопка жизни" будет без телефона и громоздкой системы энергообеспечения, благо орбита "Марафона" это позволяет. О высокоскоростной передаче информации речь не идёт, поскольку спутник используется как ретранслятор несложных сигналов от устройств IoT.

Если рассматривать гражданскую миссию этой системы, то, в первую очередь, "Марафоны" будут транслировать информацию от морских и речных судов, а также самолётов из самых отдалённых районов России. А в остальном они будут заниматься многим — от мониторинга провисания и нагрева линий электропередач до предупреждения о паводках и землетрясениях. Спутниковая группировка "Марафон" будет предоставлять услуги по поиску людей, в том числе в горах. Информация будет поступать напрямую в МЧС или поисковым службам. Задержка при передаче сигналов через орбиту высотой 8000 км составляет 150 мс, что является допустимым пределом для голосовой связи, однако для сигналов устройств IoT (где в большом числе случаев передаётся телеметрия) это вообще не критично.

Стоимость самых простых датчиков вместе с модемом в "Марафон IoT" не будет превышать 400 рублей, а срок работы с одним источником питания достигает 10 лет. Средняя же стоимость полноценного персонального устройства связи планируется в районе 1500 рублей. Кстати, "Марафонами" планируют "закрыть" всю планету.

Полностью группировка "Марафон IoT" будет состоять из 264 спутников, включая 12 резервных КА, по одному в каждой плоскости, и охватит услугами всю планету. Ожидается, что со временем этих КА будет тысячи. Спутникам предстоит работать на низкой круговой орбите высотой 750 км, где они будут распределены по 12 плоскостям с приполярным наклонением. "Марафон IoT" считается аналогом группировки Starlink компании SpaceX. Аппараты предполагается изготавливать серийно с периодичностью выпуска изделий — один спутник в два дня. Для этого в ИСС создаются новые рабочие места поточной сборки и испытаний. Для формирования полномасштабной орбитальной группировки предусмотрены групповые запуски по 33—44 аппарата одной ракетой-носителем типа "Ангара 1.2".

Предполагается, что половина спутников из состава группировки "Марафон" для обслуживания регионов, рас-

положенных выше 50 градусов с. ш., будет запущена в третьем квартале 2024 г., одновременно планируется ввод в эксплуатацию наземного сегмента системы.

Система "Марафон IoT" научится автоматически корректировать сигналы спутников геопозиционирования ГЛОНАСС. Марафоны займут место самых низкоорбитальных систем Российской космической группировки, и в перспективе они будут работать в связке с системой "Гонец", аппараты которой вращаются на высоте 1500 км. Логика следующая — наземное устройство транслирует сигнал на один из "Марафонов", который может ретранслировать информацию на "Гонец". Последний через наземного оператора передаёт сигнал абоненту. Но "Марафоны" могут работать и без посредников.

Срок активного существования спутников составит четыре или пять лет с возможностью увеличения до семи (т. е. конвейер АО ИСС простаивать не будет). После завершения эксплуатации КА "Марафон" будут сведения с орбиты и затоплены.

Появление спутников "Марафон" на орбите станет для нашей страны таким же важным этапом развития, как система ГЛОНАСС, которая сегодня используется очень активно миллионами потребителей.

Коммерческая эксплуатация начнётся по мере развёртывания орбитальной группировки и создания земного сегмента для предоставления услуги. Проблема — не производить спутники, а создать устойчивую кооперацию для их серийного производства оконечных устройств потребителей, в общем, для всех составных частей системы. А система — это не только спутники. Пока планируются только опытно-конструкторские работы, которые лишь косвенно затрагивают вопросы серийного производства составных частей и эксплуатации многоспутниковой низкоорбитальной системы передачи данных "Марафон IoT" с целевой функцией прямого доступа в диапазонах 868/915 МГц на линиях абонентский терминал—космический аппарат (АТ—КА), космический аппарат—абонентский терминал (КА—АТ) к оконечным устройствам любых видов сервисов в сфере IoT, в том числе и при их работе в движении. Предварительные расчёты показывают, что максимальная эквивалентная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ — произведение мощности радиочастотного сигнала, подводимого к антенне, на абсолютный коэффициент усиления антенны) должна составлять 36 дБмВт на линии КА—АТ и 18 дБмВт — на линии АТ—КА.

У спутниковой связи есть несколько рыночных сегментов. На рынке голосовой спутниковой связи работает Iridium, который, в отличие от других аналогичных систем, захватывает полярные районы планеты. ШПД в Интернет займут OneWeb и Starlink. Ну, а третий сегмент — IoT. Этот сегмент предполагает успех, если предостав-

ление услуг осуществляется по самой низкой цене, потому что перечисленные системы также будут оказывать такие услуги. Если их и можно победить, то только за счёт ценового демпинга, это требует жесточайшей оптимизации бизнес-процессов, технологических процедур и снижения стоимости КА.

Системы персональной спутниковой связи и передачи данных, в том числе и модернизируемые, не имеют будущего на рынке IoT. Они имеют высокие цены абонентского оборудования (сотни долл. США) и трафика, а также неудовлетворительные эксплуатационные параметры этого оборудования (энергопотребление, масса, габариты). Как считают специалисты, для конкурентного предложения услуг IoT необходимо достичь параметров, сопоставимых с предложениями наземных сотовых сетей и также наземных сетей IoT LPWAN. Это означает, что себестоимость абонентского устройства должна быть в пределах 10...30 долл. США, ежемесячная плата должна быть около

двух долл. США в месяц для типовых режимов работы off-line и восемь долл. США для работы on-line. Работа абонентского устройства от стандартных источников питания должна составлять не менее 5—10 лет. То есть для рынка необходимы новые спутниковые системы IoT, которые интегрированы с наземными сетями в части технологий, протоколов и абонентского оборудования. Ну, а, помимо рынка, такие системы нужны, к примеру, Министерству обороны РФ.

Смогут ли компоненты "Сферы" составить конкуренцию Starlink? Ожидается, что смогут уже через 5—6 лет. Впрочем, российской армии они были нужны ещё вчера. Догоним!

По материалам habr.com/ru/news/669266/, gazeta.ru/science/topwar.ru, iss-reshetnev.ru, ses.com, dzen.ru/a/ZCpkuhMCLi570ZCQ, tehnoomsk.ru/archives/7879, tadviser.ru, [/ka-band.info/resources](https://ka-band.info/resources), news.rambler.ru/tech

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

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

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

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

* * *

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

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

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

РОССИЯ

БАШКОРТОСТАН. 7 декабря 2023 г. на частоте 92,7 МГц в г. Белорецке вместо Comedy Radio началась трансляция "Нового радио" (источник — URL: https://vk.com/bashfmtv?w=wall-23672167_1131%2Fall (21.12.23)).

БУРЯТИЯ. 12 декабря 2023 г. в Улан-Удэ на частоте 104,2 МГц началось вещание "Первого Интернационального Радио" — ПИ FM (источник — URL: https://www.mkrmedia.ru/developments/prednovogodnyaya-magiya-tsifr_na_pi_fm-906.html (21.12.23)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. В Киржаче на частоте 97,4 МГц начала своё вещание радиостанция "Радиола" (источник — URL: https://vk.com/v_kirzhache?w=wall-62774645_1016188 (21.12.23)).

ВОЛОГДСКАЯ ОБЛ. 1 декабря 2023 г. к сети вещания "Радио Шансон" присоединился г. Череповец. Частота вещания — 88,4 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11684.htm> (21.12.23)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 1 декабря 2023 г. в Белово Кемеровской обл. начало своё вещание на частоте 88,2 МГц "Радио Шансон" (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11684.htm> (21.12.23)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. Филиал Российской телевизионной и радиовещатель-

ной сети "Кировский областной радиотелевизионный передающий центр" реализует масштабные проекты по совершенствованию радиосети и запуску новых станций в Кировской области. Так, в рамках совместной программы РТРС и Всероссийской государственной телевизионной и радиовещательной компании проведены работы по смене УКВ-частоты для "Радио России". В регионе появился ещё один пункт УКВ-вещания радиостанции. Принимать сигнал радиостанции "Радио России" могут жители Даровского и близлежащих населённых пунктов (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17940> (21.12.23)).

КОМИ. С 12 декабря 2023 г. в Сыктывкаре на частоте 95,7 МГц зазвучало "Первое Интернациональное Радио" — ПИ FM (источник — URL: https://www.mkrmedia.ru/developments/prednovogodnyaya-magiya-tsifr_na_pi_fm-906.html (21.12.23)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. "Наше Радио" начало своё вещание в городах Белореченске (частота вещания — 105,9 МГц) и Кропоткине (частота вещания — 91,9 МГц) (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?w=wall-206132844_1536 (21.12.23)).

В Туапсе произошла замена частоты "Радио Вера". Теперь радиостанцию можно услышать на новой частоте 99,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?w=wall-206132844_1563 (21.12.23)).

МОРДОВИЯ. В г. Саранске с 19 ноября 2023 г. началось вещание радио-

станции "Детское Радио" (частота вещания — 95 МГц) и радиостанции Comedy Radio (частота вещания — 99,7 МГц) (источник — URL: https://vk.com/radioitvmordovii?w=wall-174056299_1123 (21.12.23)).

МОСКВА. В Москве проводятся натурные испытания на частоте 101,8 МГц. Радиостанция, для которой проводятся тесты, — "Наше Радио" — пока вещает на частоте 101,7 МГц. Проверка знаменует дальнейший запуск "Радио России" на соседней частоте 101,5 МГц и смену частоты "Нашего Радио" на 101,8 МГц (источник — URL: https://vk.com/tvradionsk?w=wall-194965312_8574 (21.12.23)).

ОМСКАЯ ОБЛ. 13 декабря 2023 г. к федеральной сети радиостанции Relax FM присоединился г. Омск. Частота вещания — 92,3 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34255> (21.12.23)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС Нижегородский ОРТПЦ начал УКВ-трансляцию радиостанции "Маруся ФМ" на радиотелевизионной станции Сарова с 1 декабря 2023 г. Радиостанция выходит в эфир на частоте 102,3 МГц ежедневно и круглосуточно. Уверенный приём радиостанции возможен в радиусе до 20 км (источник — URL: <https://nnovgorod.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-marusya-fm-v-sarove-1-dekabrya/> (21.12.23)).

В нижегородский эфир вернулось радио "Комсомольская правда". Услышать радиостанцию можно на частоте 92,8 МГц (источник — URL: <https://www.nnov.kp.ru/daily/27591/4862611/> (21.12.23)).

8 декабря 2023 г. в Нижнем Новгороде на частоте 88,8 МГц началось вещание радиостанции "Радио Орфей".

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

Трансляция осуществляется с мачты на Конном проезде с мощностью передатчика 1 кВт. Система RDS отсутствует (источник — URL: https://vk.com/radionnov?w=wall-24242046_6701 (21.12.23)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. С 14 декабря 2023 г. в г. Старая Русса на частоте 107,5 МГц запущено вещание "Дорожного радио" (источник — URL: https://vk.com/tvradio47?w=wall-67314840_5100 (21.12.23)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. В г. Нижний Ломов запущено вещание радиостанций "Автордио" на частоте 87,9 МГц и "Новое радио" на частоте 91 МГц (источник — URL: https://vk.com/penzaradiotv?w=wall-48482341_1074%2Fall (21.12.23)).

На частоте 104,5 МГц в г. Нижний Ломов теперь вещает "Радио Дача" (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11744.htm> (21.12.23)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. 29 ноября 2023 г. "Приморская волна" в Спасске-Дальнем начала своё вещание на новой частоте 88,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14446%2Fall (21.12.23)).

К сети вещания Love Radio присоединился г. Спасск-Дальний, частота вещания — 96,5 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11680.htm> (21.12.23)).

"Приморская волна" поменяла частоту ещё в одном райцентре края — Лучегорске. Новая частота вещания — 89 МГц. На прежней частоте 105,5 МГц теперь вещает Love Radio, как и было запланировано ранее (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11742.htm> (21.12.23)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Санкт-Петербургское радио "Эрмитаж" выставлено на торги из-за банкротства владельца. Среди выставленных на продажу активов — "Радиоккомпания Культура", которая управляет знаковым для города радио. Вопрос покупки прорабатывают в Смольном. Один из обсуждаемых вариантов — присоединение нишевой радиостанции к одному из крупнейших российских медиахолдингов. Основной актив на данный момент — две действующие лицензии Роскомнадзора. Одна даёт право вещания на частоте 90,1 МГц (на ней сейчас можно услышать радио "Эрмитаж") на территории Санкт-Петербурга и действует до 2 апреля 2024 г. Вторая лицензия — сопутствующая, выдана на услуги связи для целей эфирного вещания (срок действия лицензии — до 2 октября 2024 г.) (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_87680/ (21.12.23)).

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. 28 ноября 2023 г. в Саратове на частоте 92,3 МГц начала своё вещание радиостанция "Хит FM". Высота подвеса антенны — 95 м. Ранее эта радиостанция вещала в Саратове на частотах 104,3 МГц (с 1999 по 2001 гг.) и 103 МГц (с 2010 по 2013 гг.) (источник — URL: <https://saratov.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/saratovskiy-filial-rtrs-zapustil-efirnuyu-translyatsiyu-radiostantsii-khit-fm-v-saratove-na-chastote/> (21.12.23)).

15 декабря 2023 г. филиал РТПС "Саратовский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции Relax FM. Вещание новой коммерческой радиостанции ведётся с радиотелевизионной передающей станции в Саратове на частоте 99,8 МГц в круглосуточном режиме. Высота подвеса антенны — 101 м от основания башни, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://saratov.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/saratovskiy-filial-rtrs-zapustil-efirnuyu-translyatsiyu-radiostantsii-relax-fm-v-saratove/> (21.12.23)).

ТАТАРСТАН. К сети вещания Love Radio присоединился г. Бугульма. Частота вещания — 106,7 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11680.htm> (21.12.23)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. Торжок — новый город вещания "Радио Родных Дорог". Частота вещания радиостанции — 96,3 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_87707/ (21.12.23)).

На частоте 89,9 МГц в г. Осташкове началось вещание радиостанции "Радио Родных Дорог" (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22360 (21.12.23)).

Радиостанция "Юмор FM" 30 ноября 2023 г. также начала своё вещание в г. Осташкове на частоте 105,6 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/33989> (21.12.23)).

На частоте 106,1 МГц в г. Кашине началась трансляция "Радио Родных Дорог" (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22392 (21.12.23)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. В Тобольске на частоте 102,4 МГц начала вещание "Маруся FM" (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22373 (21.12.23)).

УЛЬЯНОВСКАЯ ОБЛ. В г. Инзе на частоте 87,8 МГц начало своё вещание "Радио Ваня" (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22396 (21.12.23)).

ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ. Единственная рок-радиостанция в Советской Гавани — "Бульдозер", вещавшая с 2016 г. на частоте 102,1 МГц, закрылась. 30 ноября 2023 г. была аннулирована радиовещательная лицензия Л033-00114-77/00058340 в связи с прекращением действия СМИ (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14450%2Fall (21.12.23)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. В г. Миассе начало вещание радио "Маруся FM" на частоте 96,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_42361%2Fall (21.12.23)).

С 6 декабря 2023 г. в Магнитогорске состоялся запуск "Детского радио". Частота вещания — 89,3 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34100> (21.12.23)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ. В г. Надыме началось вещание радиостанции "Маруся FM". Частота вещания — 100,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22405 (21.12.23)).

ИНТЕРНЕТ-РАДИО

ИВАНОВО. В Иванове снова начало вещание радио "Русского Рождества" — это рождественское радио, впервые оно появилось в прошлом году и работает круглосуточно. Здесь все желающие могут послушать подкасты об истории и традициях празднования Рождества, авторы идеи подготовили более 20 выпусков (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18030> (21.12.23)).

ТАТАРСТАН. Президент Татарстана Рустам Минниханов принял участие в запуске интернет-радио "Культура Татарстана" при Министерстве культуры республики. Событие произошло в рамках заседания совета по культуре при президенте в здании обновлённого художественного училища им. Фешина. Куратором радио выступит Атнаминский театр. В эфире будут звучать песни из театральных постановок, также будет сетка передач, которая пока формируется (источник — URL: https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_55452%2Fall (21.12.23)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ИСПАНИЯ. Зарубежное радио Испании (Radio Exterior de Espana) было вынуждено приостановить своё вещание на коротких волнах с 4 по 6 декабря 2023 г. Причина — отключение электрооборудования, не зависящее от передающего центра, расположенного в населённом пункте Ноблехас. Остановка вызвана некоторыми текущими профилактическими работами, которые компания Union Fenosa должна была выполнить на электрической подстанции муниципалитета Толедо и которые повлияли на работу передающего центра (источник — URL: <https://www.rtve.es/radio/20231127/suspension-temporal-emision-onda-corta/2462651.shtml> (21.12.23)).

КАНАДА. CBC/Radio-Canada сократит рабочую силу из-за дефицита бюджета. Общественный вещатель заявляет, что большинство сокращений вступят в силу в течение следующего года. Канадская телерадиовещательная корпорация Radio-Canada объявила в понедельник, что планирует сократить около 10 % своей рабочей силы и отказаться от некоторых программ, чтобы справиться с потенциальным дефицитом бюджета в размере 125 млн долларов. В пресс-релизе общественная телерадиокорпорация сообщила, что планирует сократить 600 профсоюзных и внефракционных должностей по всей организации. Корпорация сообщила, что в дополнение к этому будет ликвидировано около 200 вакантных должностей. CBC и Radio-Canada (франкоязычное подразделение) сократят по 250 рабочих мест, в то время как остальные сокращения коснутся департаментов технологий и инфраструктуры и других корпоративных подразделений, говорится в сообщении корпорации. Представитель CBC Леон Мар сказал, что некоторые сокращения начнутся немедленно, но большинство вступят в силу в течение следующего 2024 г.

CBC/Radio-Canada, получившая около 1,3 млрд долларов государственного финансирования в 2022/2023 финансовом году, также объявила, что сократит бюджеты своих программ на английском и французском языках на следующий финансовый год и сократит около 40 млн долларов от независимых производственных комиссий и приобретения программ. Общественный вещатель обвинил в проблемах с бюджетом рост производственных затрат, снижение доходов от телевизионной рекламы и жёсткую конкуренцию со стороны цифровых гигантов (источник — URL: <https://ici.radio-canada.ca/rci/en/news/2032351/cbc-radio-canada-cut-10-per-cent-of-workforce-end-of-programming-as-it-faces-125m-budget-shortfall> (21.12.23)).

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ. Radio New Zealand Pacific обновляет радиовещательное оборудование. Передатчик № 1 мощностью 100 кВт, который был смонтирован и запущен в эфир в 1989 г., планируется заменить на новый в конце января 2024 г. До завершения замены RNZ Pacific продолжит вещание через передатчик № 2 в радиоцентре Рангитаики (источник — URL: https://vk.com/radioreceiver?w=wall-163779953_81021 (21.12.23)).

США. Новая программа Международного радио VORW на Европу и Африку. С 11 декабря 2023 г. каждый

понедельник эта радиопрограмма теперь будет транслироваться по всей Африке, Европе и за её пределами с мощного передатчика в Иссудене, Франция. Трансляция длится 1 ч. Цель этого радишоу — предоставить слушателям по всему миру хорошую музыку и, время от времени, комментарии к новостям. Часто принимаются музыкальные запросы слушателей, которые исполняются. К участию приглашаются все желающие. Начало трансляции — в 19:00, частота вещания — 11920 кГц. Передатчик расположен во Франции (Иссуден), его мощность — 100 кВт. Уверенная зона приёма — Африка, Европа, Ближний Восток (источник — URL: <https://swling.com/blog/2023/12/new-high-power-broadcast-of-vorw-radio-international-to-europe-africa/> (21.12.23)).

ЮАР. 18 декабря 2023 г. исполнилось 100 лет с тех пор, как в Южной Африке появилось радио, а первая экспериментальная трансляция вышла из штаб-квартиры железной дороги в Йоханнесбурге 18 декабря 1923 г. Радиовещание началось под эгидой Южноафриканских железных дорог, за чем последовало лицензирование ещё трёх служб: Ассоциации научных и технических обществ в Йоханнесбурге, Ассоциации рекламы на полуострове Кейп в Кейптауне и Дурбанской корпорации, которая начала вещание в 1924 г. В 1927 г. они объединились в

Африканскую телерадиовещательную компанию, принадлежавшую богатому бизнесмену И. В. Шлезингеру, но 1 августа 1936 г. они были проданы SABC, созданной в том же году на основании акта парламента. SABC завладела персоналом и активами Африканской радиовещательной компании и сохранила государственную монополию на радио до запуска в декабре 1979 г. Capital Radio 604, а затем Radio 702 в 1980 г. В большинстве стран мира зависимость от радио для общения прекратилась в 1950-х и начале 1960-х годов с появлением телевидения. Но в Южной Африке телевизионное вещание было введено только в 1976 г., поскольку националистическое правительство того времени считало это угрозой культуре африканеров, поэтому зависимость от радио продолжалась почти на два десятилетия дольше. Это означало, что южноафриканские программы могли использовать преимущества новейших технологических и производственных достижений. Следующим важным шагом в радиовещании является переход на цифровое вещание с использованием digital radio mondiale (DRM) и digital audio broadcasting (DAB) (источник — URL: <https://techcentral.co.za/100-years-of-radio-in-south-africa/237002/> (21.12.23)).

Хорошего приёма и 73!

Высококачественные цифровые источники звука

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Обзор форматов и стандартов цифровой звукозаписи будет неполным без упоминания систем оптической записи классов Hi-Res SACD [50] и DVD-Audio [51]. Эти системы подразумевают именно аппаратную реализацию, т. е. требуют специальных плееров для воспроизведения оптических дисков. SACD (Super Audio CD) является совместной разработкой компаний Sony и Philips и был представлен ещё в 1999 г. Однако до сих пор SACD не получил массового распространения и занимает, скорее, нишевое положение в среде аудиофилов. Этот стандарт основан на применении уже рассмотренного формата последовательного одноканального представления потока аудиоданных DSD с частотой сэмпирования 2,8224 МГц. Запись может содержать

до шести каналов. На SACD-носителе может находиться дополнительный CD-слой (только стерео) для совместимости с обычными проигрывателями, такие диски называются гибридными (Hybrid SACD) и занимают значительную долю рынка.

Стандарт DVD-Audio (DVD-A), появившийся в том же году, использует PCM с разрешением 16/20/24 бит и частотами дискретизации 44,1/48/88,2/96/176,4/192 кГц, что позволяет осуществлять запись на диск до шести каналов с частотой до 96 кГц и (одновременно) стереофонотграммы в максимальном качестве. В DVD-Audio может использоваться стереозапись без сжатия, в то время как для многоканальной записи используется специально разработанная система компрессии аудиоданных без потерь — MLP. Возможно наличие дополнительных дорожек с аудиоданными, представленными в форматах

пространственного звучания Dolby Digital или DTS, соответствующих стандарту DVD-Video, в целях обратной совместимости с существующими DVD-плеерами.

Интересный обзор и сравнительный анализ на основе практического исследования систем оптической записи Hi-Res приведены в [52], мы же вернёмся к основной теме статьи, а именно, к рассмотрению программных плееров для ОС Linux. Среди всего их многообразия можно назвать следующие, как наиболее полно соответствующие ранее перечисленным критериям в отношении высококачественного воспроизведения. Это — Audacious, VLC и AIMP. Все они, прежде всего, обеспечивают практически полное отсутствие амплитудных искажений при электронной регулировке и нормализации громкости и уровней частотных полос эквалайзера. Функции программной коррекции

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2024, № 1

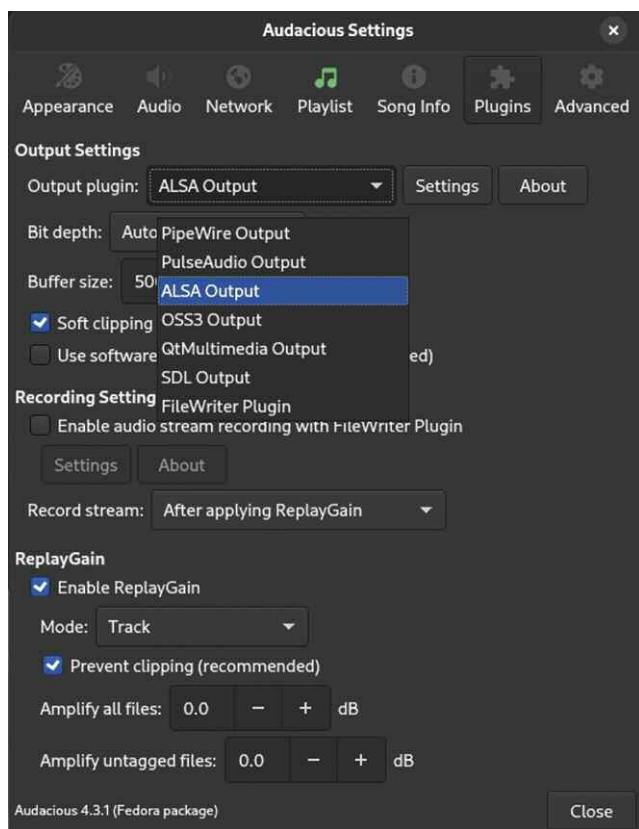


Рис. 18

уровней не без оснований признаны "нон-грата" в мире аудиофилии именно по причине того, что возникновение искажений при её реализации практически неизбежно, и крайне ограниченный ряд программ в состоянии обеспечить нормальную обработку звука "на лету". Не вдаваясь в особенности программной реализации, отметим, что названные плееры выгодно отличаются, например, от QMMP, который также является прекрасным инструментом с точки зрения функционала, но вносит заметные на слух искажения при включении этих опций.

Audacious [53] можно назвать наследником легендарного XMMS. Программа практически полностью соответствует вышеперечисленным критериям, что можно видеть по окну аудионастроек (рис. 18). Например, помимо ALSA, доступен выбор полного ряда других звуковых подсистем ОС Linux (PipeWire, PulseAudio и др.) с возможностью настройки режима определённой звуковой карты (рис. 19).

Предусмотрен десятиполосный эквалайзер. Имеется также развитая система плагинов, в том числе и для обработки звука "на лету". Установка Audacious в ОС Linux семейства RedHat (Fedora и др.) осуществляется стандартным образом с помощью менеджера управления пакетами командой **sudo dnf install audacious**, а в ОС семейства Debian (Ubuntu и др.) — командой **sudo apt install audacious**.

Широко известный программный комплекс VLC является кроссплатформенной универсальной медиасистемой с широчайшими возможностями [54] и может выполнять роль медиасервера потокового вещания. Помимо привычного графического интерфейса, VLC имеет собственную консоль для режима командной строки и предоставляет

API к своим динамическим библиотекам для сторонних разработчиков. Полное описание VLC заслуживает даже не отдельного обзора, а целой брошюры. В рамках этой статьи достаточно отметить, что эта система в роли плеера полностью соответствует требованиям высококачественного воспроизведения. Установка VLC в современных версиях RPM-based ОС, в частности Fedora 37/38/39, более невозможна обычным способом через менеджер пакетов **dnf** с использованием репозитория RPM Fusion, а должна выполняться с помощью **Flatpak** — утилиты для развёртывания, управления пакетами и виртуализации, своего рода "песочницы" для запуска приложений без оказания влияния на основную систему. Перед установкой следует запустить системную утилиту **Software** и через пункт расширенного меню **Software Repositories** убедиться, что репозиторий **Flatpak** в разделе **Fedora Third Party Reposi-**

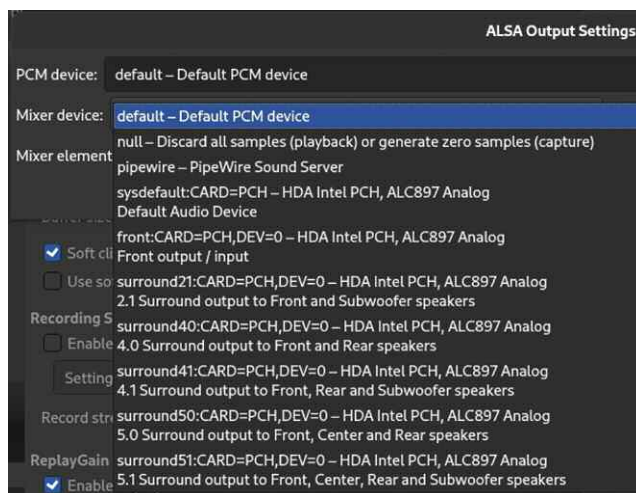


Рис. 19

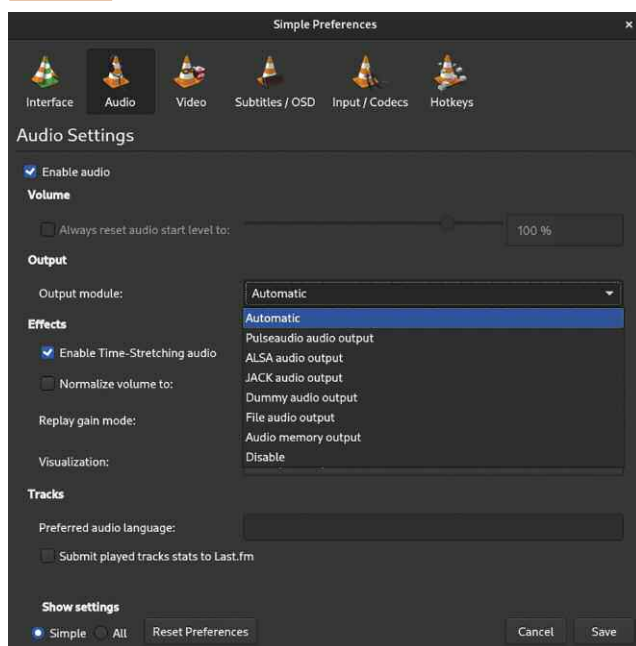


Рис. 20

торий подключён и активен. В случае его отсутствия необходимо выполнить команду [55]

```
sudo flatpak remote-add --if-not-exists flathub
https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo.
```

Затем установить собственно пакет VLC

```
flatpak install flathub org.videolan.VLC.
```

Если команда установки сопровождается ошибкой с сообщением о недоступности ресурса **flathub**, потребуется также выполнить команду

```
flatpak remote-modify --enable flathub.
```

После этого VLC плеер можно запускать обычным способом из списка программ или из терминала командой

```
flatpak run org.videolan.VLC.
```

Можно также запустить программу без графического интерфейса, выполнив команду **cvlc** или перейти в консоль (командный режим) VLC с помощью простой команды **vlc**.



Рис. 21

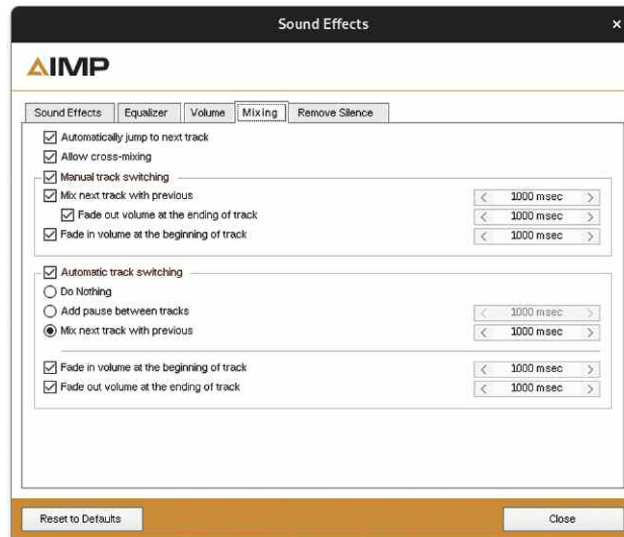


Рис. 22

В DEB-based ОС, к которым относится и Ubuntu Linux, установка доступна как традиционным способом из системных репозитариев через **sudo apt install vlc**, так и через свою "песочницу" **Snapcraft**, аналогичную описанной **Flatpak** (рекомендуется именно второй способ, как более актуальный) [56]:

```
sudo snap install vlc.
```

Настройки аудио и выбор звуковой подсистемы ОС Linux доступны через пункт меню **Tools-Preferences-Audio** (рис. 20), а инструменты для управления процессом воспроизведения сосредоточены в меню **Tools-Effects and Filters**. По умолчанию открывается десятиполосный эквалайзер, доступны также фильтры **Compressor** (компрессия), **Spatializer** (глубина сцены), **StereoWidener** (расширение стереобаза) и **Pitch Shifter** (частотный сдвиг) в разделе **Advanced**. Набор фильтров и эффектов можно расширить с помощью системы плагинов.

Хорошо зарекомендовавший себя многофункциональный аудиоцентр AIMP [57] существует только в версиях для ОС Windows и Android, однако присутствует в списке, поскольку прекрасно работает в ОС Linux над "прослойкой" Wine (Wnindows Native Environment — свободной реализации Windows API для Linux). При наличии в системе Wine установка производится привычным способом с помощью инсталлятора для ОС Windows. Программа обладает весьма развитыми средствами управления процессом звуковоспроизведения и его качеством, в том числе имеет двадцатиполосный эквалайзер, расширенные возможности управления громкостью (рис. 21), продвинутый микшер (рис. 22) и позволяет применять "на лету" различные звуковые эффекты. Следует иметь в виду, что не все эффекты могут корректно работать под управлением Wine; результат будет зависеть от степени поддержки конкретных функций API в определённых версиях ОС Linux.

В отличие от настольных ПК, где используются соответствующие версии

Рис. 23



ОС и программные плееры с развитым графическим интерфейсом, с одноплатными микрокомпьютерами (МК) дело обстоит несколько сложнее. Однако на их основе можно создать полноценный компактный медиацентр с внешним USB или I2S DAC и функцией UPnP-рендерера с доступом через LAN или WiFi. Следует отметить, что такое решение предоставляет идеальную гальваническую развязку для ламповых УМЗЧ с бестрансформаторным питанием [58—60]. Внешний вид медиацентра на основе МК в составе бытового звуковоспроизводящего комплекса показан на рис. 23 (слева). Оптимальным образом задача создания компактного медиацентра решается с помощью гото-

вых специальных аудиосборок ОС Linux для различных типов МК. Полноценных решений "из коробки" для этой задачи тоже немного, а реально выделить среди них можно только два — Volumio [61] и MoOde [62]. Можно назвать ещё piCorePlayer [63] и Rune Audio [64], но последний проект больше не развивается, все сборки имеют статус бета-версий, а последняя сборка для Raspberry Pi 3 датирована 2016 г. Базовые сборки названных систем предназначены, естественно, и прежде всего, для Raspberry Pi. Volumio имеет также официальную версию для ПК (x86/x64). Однако существуют неофициальные сборки для других типов МК, в частности, Volumio для Orange Pi различных модификаций [65].

Важно отметить, что все перечисленные сборки, за исключением piCorePlayer, как и большинство существующих "ручных" сборок, фактически являются интерфейсными надстройками над единой основой программного обеспечения, а именно над Music Player Daemon (MPD) [66]. Это исключительно удобный и мощный консольный аудиоплеер с клиент-серверной архитектурой. Процессом воспроизведения (т. е. собственно демоном, запущенным на сервере) управляют посредством клиента с любого компьютера в локальной сети, при этом поток аудиоданных можно направить в локальную систему сервера. Упомянутый piCorePlayer (pCP) основан на использовании ПО Logitech Media Server (LMS)/Squeezelite [67, 68], изначально предназначенного для семейства сетевых плееров Squeezebox, выпуск и поддержка которых прекращены в 2014 г. [69]. Тем не менее, проект LMS развивается до сих пор, является кроссплатформенным и может быть установлен на любую распространённую ОС самостоятельно и соответственно использован на любом из клонов Raspberry Pi. В частности, в источнике [70] описан процесс успешного применения LMS на Orange Pi Zero.

Мы же продолжим рассмотрение "музыкальных" сборок Linux на основе

MPD. Их назначение и функционал практически одинаковы, а интерфейсные решения лаконичны и интуитивно понятны, поэтому достаточно кратко рассмотреть только одну систему на примере Volumio, как наиболее распространённую. Volumio имеет возмож-

ное вещание с качеством Hi-Fi (CD/FLAC 44,1 кГц/16 бит) и Hi-Res (MQA/FLAC 192 кГц/24 бит).

Кроме того, Volumio бесплатно предоставляет программные интерфейсы для разработчиков Websocket API, HTTP REST API и интерфейс командной стро-

вободить USB-порты для других целей. Рассмотрим процесс подготовки виртуальной машины более подробно. В качестве примера возьмём известную и широко распространённую бесплатную платформу Oracle VM VirtualBox [76]. Скачав архив с образом системы

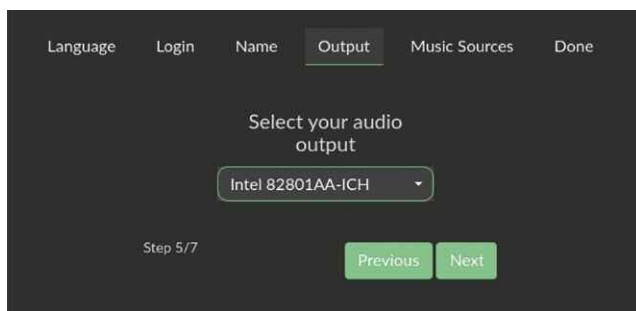


Рис. 24

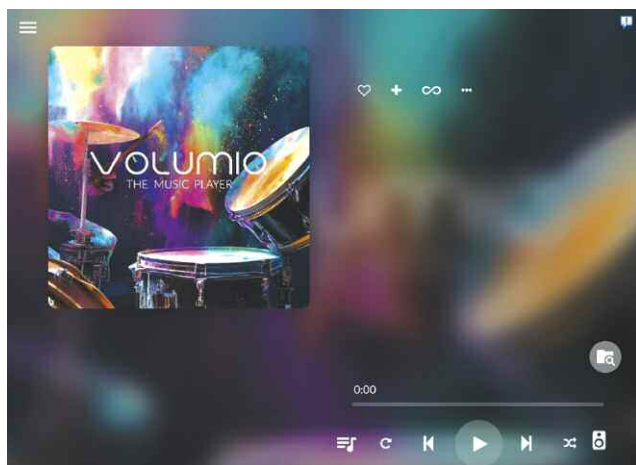


Рис. 25

ность управления как с помощью веб-интерфейса, так и приложения под Android/iOS. Версия для ПК снабжена также локальным пользовательским интерфейсом. Основные и дополнительные функции, доступные соответственно в свободной и платной официальных версиях, перечислены на странице сайта проекта [61] в разделе Compare Plans (сравнение планов). Бесплатная версия обеспечивает работу "из коробки" встроенного DAC Raspberry Pi, Odroid I2S DAC, а также практически любого DAC с интерфейсом USB 2.0 или I2S. Имеется функция подключения с использованием стека протоколов UPnP (Universal Plug and Play) [71], что позволяет применять медиацентр в качестве рендера (своего рода сетевого DAC) для других устройств в локальной сети. Поддерживается воспроизведение аудиофайлов форматов FLAC, ALAC, AAC, Ogg Vorbis, mp3, DSD/DoP и др. В платной версии можно отметить функции потокового вещания на устройства с поддержкой Chromecast [72] или Manifest UI [73], одновременного управления до шести устройств системы Volumio и встроенную интеграцию с музыкальным интернет-магазином TIDAL [74], ведущим по-

ки [75]. Разработчики имеют возможность использовать встроенную подсистему обработки звука Advanced Audio Modular Processing Pipeline (AAMP). Всё вместе позволяет разрабатывать и модифицировать сторонние плагины. Что естественно для ОС Linux, обеспечивается доступ к терминальной сессии по SSH.

Версия Volumio для ПК может быть запущена на виртуальной машине. Этот вариант практически нигде не рассматривается, однако он предоставляет несомненные удобства, поскольку в этом случае не требуется наличия отдельного одноплатного МК, а сам ПК может параллельно использоваться для выполнения других задач во время работы медиацентра. Кроме того, вычислительные мощности большинства современных ПК существенно превышают требуемые для выполнения функций медиацентра, и даже для работы виртуальной машины могут быть выделены значительные ресурсы. При этом вовсе необязательно иметь отдельный физический загрузочный носитель и копировать на него образ ОС, что позволяет ос-

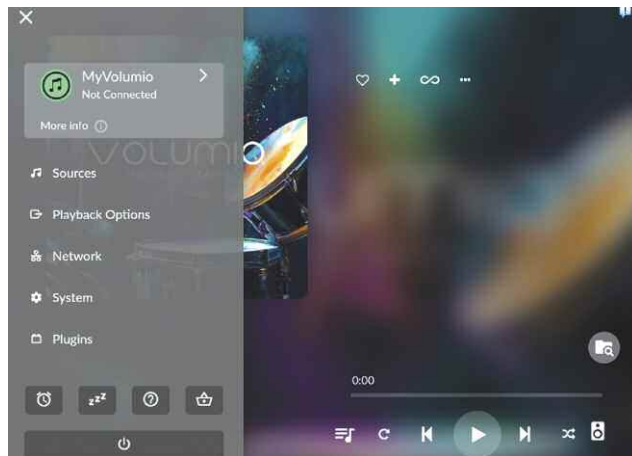


Рис. 26

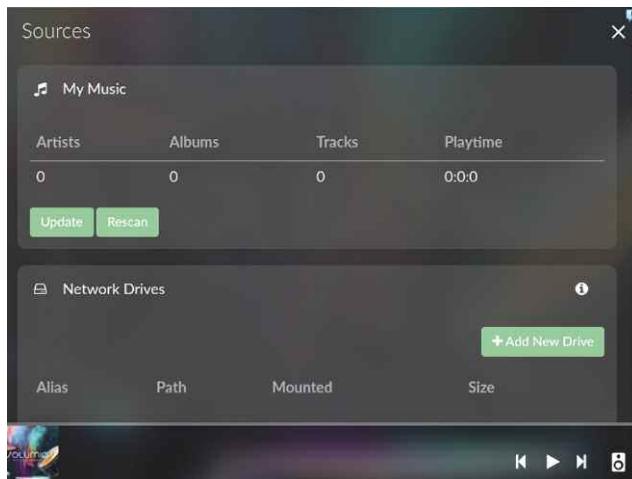


Рис. 27

Volumio for ПК (x86/x64) [61], разархивируем его и преобразуем из формата .img в формат виртуального диска VM VirtualBox .vdi с помощью консольной команды

VBxManage convertdd~/Downloads/Volumio-3.569-2023-10-20-x86_amd64.img~/Downloads/VolumioPC.vdi.

(Приведён синтаксис для ОС Linux, но аналогичным образом это делается и в ОС Windows. Путь к файлу образа и его имя должны быть изменены на актуальные).

Затем в графическом интерфейсе менеджера VM VirtualBox создаём виртуальную машину со следующими основными параметрами:

- имя машины — VolumioPC (или аналогичное);
- тип ОС — Debian 64 бита наиболее актуальной версии или Other Linux (64 бита);
- объём основного ОЗУ — не менее 1024 MB;

— тип сетевого подключения — мост (Bridged adapter);

— имя интерфейса следует выбрать из списка, соответствующее физическому подключению к локальной сети (WLAN/ETH);

— тип аудиодрайвера — ALSA;
— аудиоконтроллер — Intel HD Audio/ICH AC97.

Как известно, Intel HD Audio "в железе" обеспечивает поддержку восьмиканального звука при 192 Кб/с (32 бит), AC97 — до 96 Кб/с (20 бит) в режиме стерео и 48 Кб/с (20 бит) для шести каналов. Для любителей "винтажного" звука VirtualBox предлагает выбор виртуального аналога легендарной звуковой карты SoundBlaster 16 (48 Кб/с,

ALSA-хоста. Общее качество воспроизведения в этом случае является суперпозицией настроек виртуальной и реальной машин и в основном определяется качеством более "слабого" звена. Прямой "проброс" реальных звуковых карт в виртуальные машины на текущем этапе развития технологий виртуализации не предусмотрен. Исключение может составлять система Hyper-V, интегрированная в ОС Windows 10/11 Pro и Windows Server, в которой может быть организован общий доступ к некоторым физическим устройствам, однако рассмотрение этого семейства ОС выходит за рамки статьи.

Остальные параметры виртуальной машины в ходе её настройки можно ос-

отличия. Все первичные настройки, сделанные в проводнике, доступны для последующего изменения. Основные шаги будут следующими: выбор языка интерфейса; выбор имени устройства (можно оставить по умолчанию при наличии в локальной сети только одного устройства); выбор аудиовыхода (рис. 24). На этапе выбора аудиовыхода в версии для одноплатных МК присутствует также опция включения интерфейса I2S.

Вид главного окна программы показан на рис. 25. Все настройки сосредоточены в меню, значок вызова которого расположен в левом верхнем углу окна. Меню содержит следующие пункты (рис. 26):

— источники (Sources);

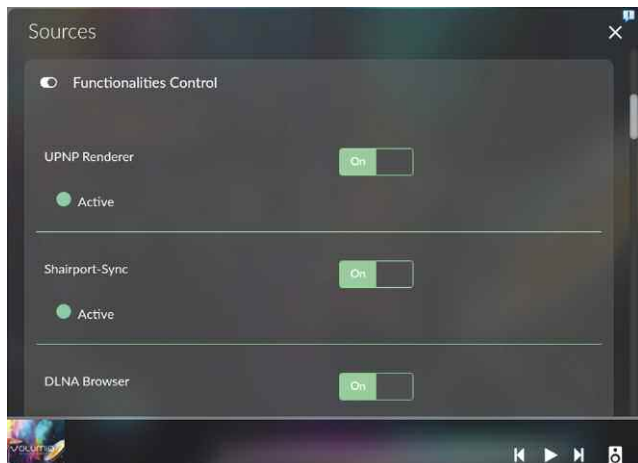


Рис. 28

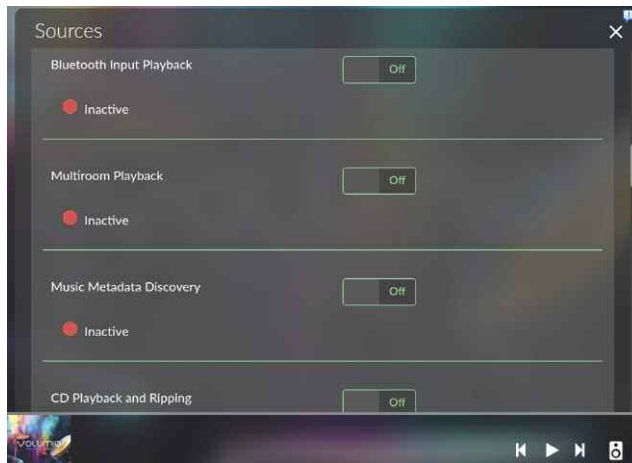


Рис. 29

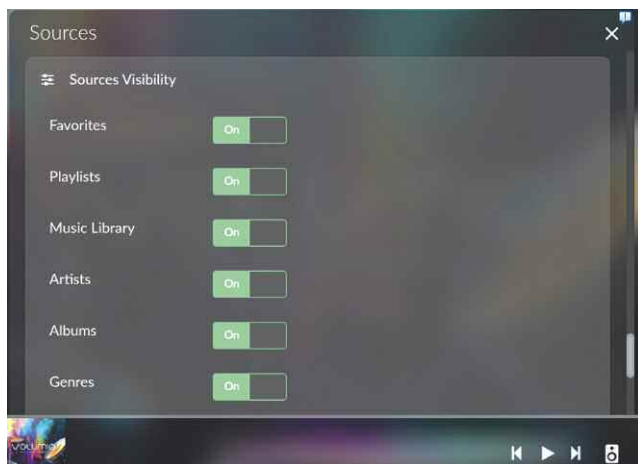


Рис. 30

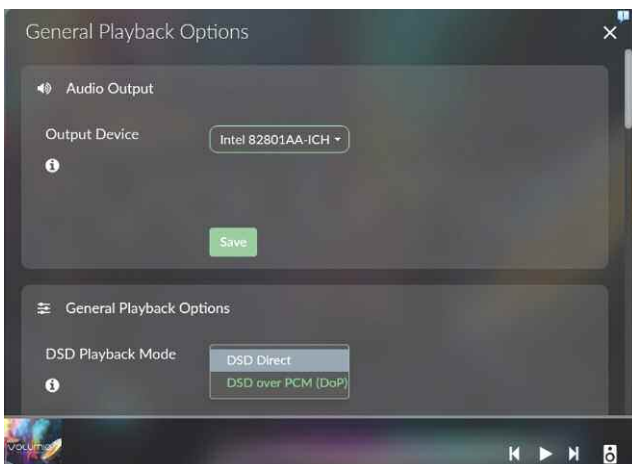


Рис. 31

16 бит, стерео), обеспечивающий звук в CD-качестве. Трудно сказать, насколько параметры виртуальной звуковой карты соответствуют реальному воплощению в "железе", так как информация о реализации процесса трансляции аудиоданных в ОС хоста отсутствует в широком доступе, однако очевидно, что следует выбирать более современную версию аудиоконтроллера. В любом случае воспроизведение реального звука осуществляется через физическую звуковую карту, указанную в настройках

тавить по умолчанию. В качестве HDD необходимо указать существующий, созданный на предыдущем шаге виртуальный носитель **VolumioPC.vdi**. На этом процесс создания виртуальной машины Volumio можно считать завершённым.

При первом запуске Volumio, независимо от его версии, вызывается проводник его оперативной настройки. Поскольку интерфейс всех версий Volumio единообразен, продолжим его рассмотрение на примере десктопного варианта, указав на некоторые специфические

— настройки воспроизведения (Playback Options);
— сеть (Network);
— системные настройки (System);
— расширения (Plugins).

В пункте меню **Sources** доступна медиатека **My Music**, расположенная на локальных и сетевых дисках, с возможностью её обновления, сканирования носителей и добавления сетевых дисков (рис. 27). Здесь же обеспечивается доступ к дополнительным функциям UPNP Renderer, DLNA Browser, включение

“на приём” адаптера Bluetooth, проигрывания CD и др. (рис. 28, рис. 29). Также можно настроить визуальное представление сведений об источниках в медиатеке: избранное, плейлисты,

С точки зрения обеспечения высококачественного звуковоспроизведения рекомендуемыми настройками являются:

- DSD Auto Volume Level — OFF;
- Volume Normalization — OFF;

Также при выключенных опциях нормализации громкости музыкальные композиции в составе одного плейлиста, записанные с разной глубиной квантования (16/20/24 бит), могут заметно

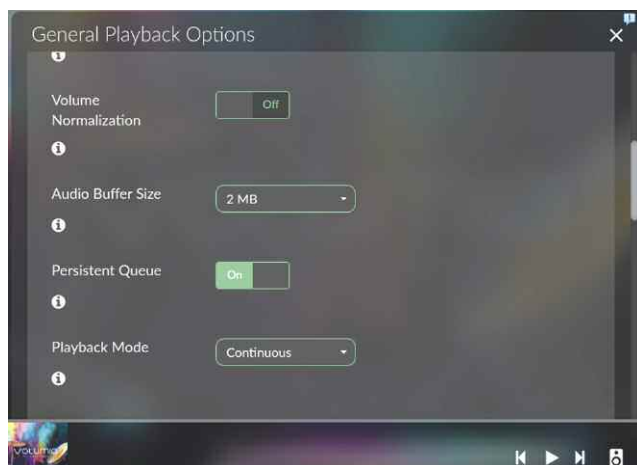


Рис. 32

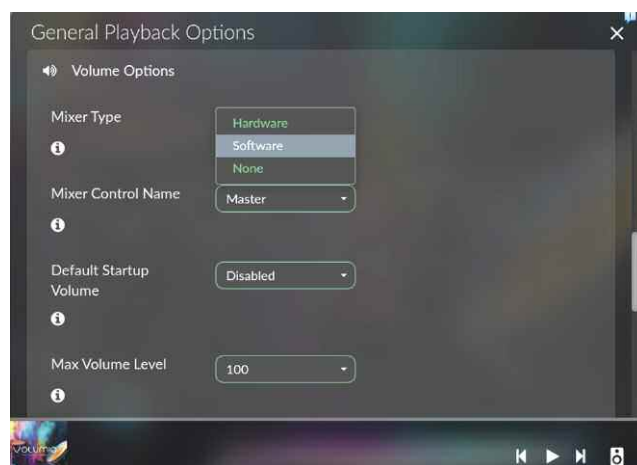


Рис. 34



Рис. 33



Рис. 35

артисты, альбомы и жанры (рис. 30).

В разделе **General Playback Options**, помимо уже упомянутого пункта Выбор аудиовыхода (**Audio Output**), имеются следующие пункты (рис. 31—рис. 36):

- режим DSD (DSD Playback Mode — Direct/Over PCM);
- нормализация громкости (Volume Normalization);
- установка размера буфера аудиоданных (Audio Buffer Size);
- тип микшера (Mixer Type — Hardware, Software, None);
- начальный и максимальный уровень громкости (Default Startup Volume/Max Volume Level);
- шаг установки уровня громкости (One Click Volume Steps);
- вид характеристики регулирования громкости (натуральный/линейный — Volume Curve Mode/Natural/Linear);
- принудительный ресэмплинг аудио и параметры ресэмплинга (Audio Resampling, Target Bit Depth, Target Sample Rate).

- Mixer Type — Hardware;
- Default Startup Volume — Disabled;
- Max Volume Level — 100;
- Audio Resampling — OFF;
- Target Bit Depth — Native.

Экстремальные настройки (для аудиофилов-адептов идеологии perfect bit или “чистого бита”) будут отличаться от рекомендуемых состоянием флага **Mixer Type**. Его следует перевести в положение **None** (отсутствует) и обязательными значениями начального и максимального уровней громкости, равными 100. Следует иметь в виду, что при этом функция регулировки громкости полностью ложится на внешнее звуковое оборудование, в частности на темброблок. Тип микшера **Hardware** в ОС Linux доступен для звуковых подсистем ALSA, OSS и PulseAudio и обеспечивает регулировку громкости средствами системы, аналогично утилитам **amixer** и **alsamixer**. Тип микшера **Software** является встроенным регулятором Volumio, вернее, сервиса MPD.

отличаться по уровню воспроизведения. Если такое положение не является приемлемым для конечного слушателя, следует несколько поступиться принципами и подобрать оптимальное, с субъективной точки зрения, сочетание опций.

В настройках сети рекомендуется оставить автоматическое получение IP-адреса в случае, если в локальной сети присутствует роутер и используется такой метод назначения адресов (рис. 37). В противном случае потребуются вручную ввести уникальный IP-адрес в сети. В любом случае подключение виртуальной машины к локальной сети в установленном режиме моста будет осуществляться прозрачно через физический порт хоста с сохранением отдельного доступа к сети (как локально, так и в Интернет) для хоста и VM (виртуальной машины) со своими IP-адресами. Это позволит продолжать использовать ПК привычным образом при запущенной виртуальной машине. Сле-

дует помнить, что при таком способе настройки сетевого подключения для виртуальной машины оно всегда представляется проводным (wired connection), независимо от реального типа сетевого адаптера ПК.

решении возможных технических проблем в платной версии Volumio.

Обложка (интерфейс главного окна) Volumio лаконична и довольно типична для большинства современных плееров (см. рис. 25). Элементы управления

воспроизведением стандартны. Регулятор громкости и ряд дополнительных элементов доступны через кнопку "Области" и устройства (**Zones & Outputs**) со стилизованным изображением акустической системы, расположенной в



Рис. 36

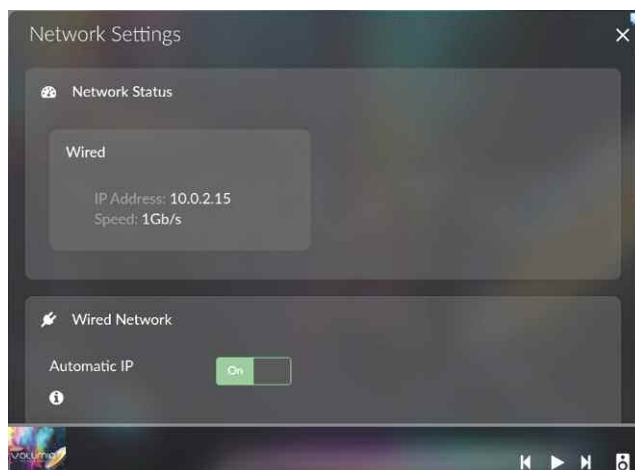


Рис. 37

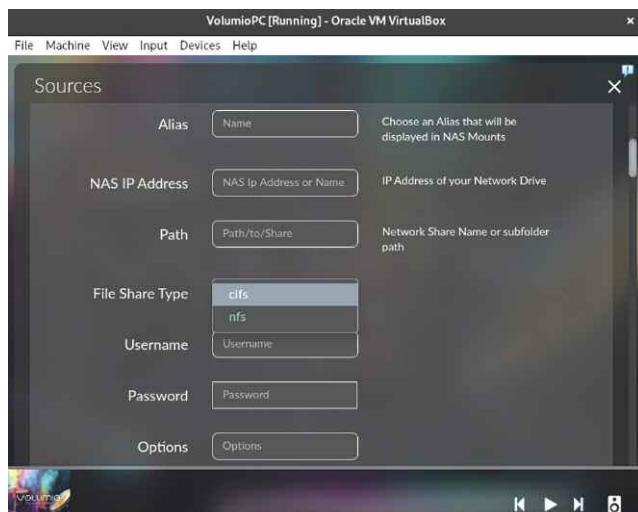


Рис. 38

В разделе системных настроек можно изменить региональные настройки (язык интерфейса и часовой пояс), имя устройства, повторно запустить проводник основных настроек, управлять функцией вывода пользовательского интерфейса через видеовыход HDMI, обновить систему и настроить автоматическое обновление, выбрать вариант оформления интерфейса и т. д. Из соображений безопасности рекомендуется в этом разделе отключить опцию сбора пользовательской статистики (**Allow UI Statistics Collection**), хотя она может играть положительную роль с точки зрения формирования предпочтений слушателя в интернет-сервисах и при

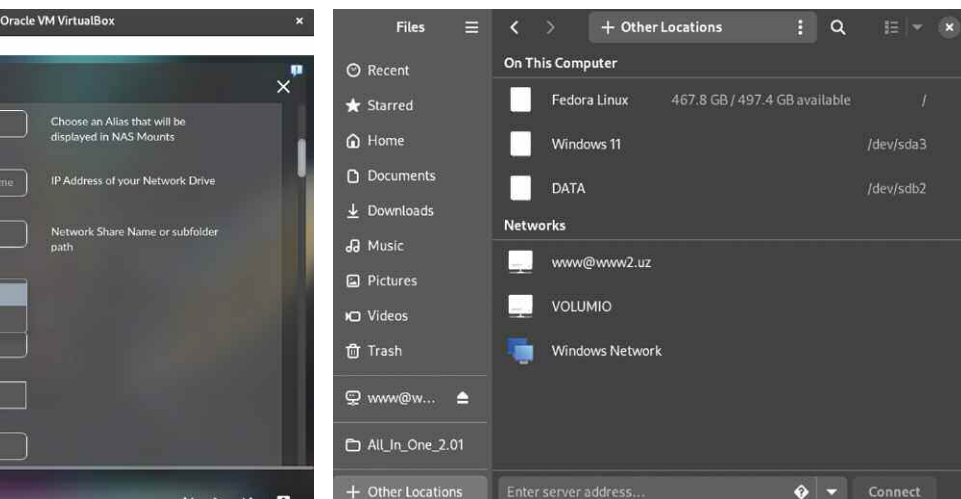


Рис. 39

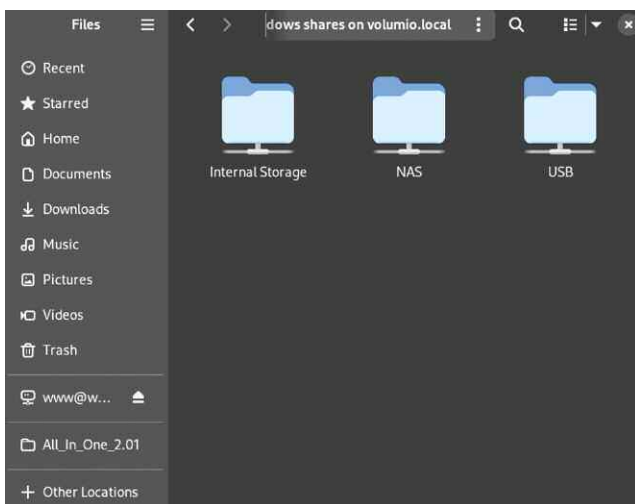


Рис. 40

правом нижнем углу окна. Вид характеристики регулирования громкости в настройках может быть выбран натуральный (показательный, обратнoлогарифмический) или линейный (**Volume Curve Mode, Natural/Linear**). Эта опция реализована на уровне Volumio, MPD такой функции не предоставляет. Оперативный доступ к медиатеке с сортировкой содержимого по жанрам, альбомам, исполнителям и др. осуществляется с помощью кнопки "Проводник" (**Browse**) с соответствующим классическим изображением.

Существуют несколько способов добавления файлов в медиатеку Volumio. Самым очевидным является "про-

брос" физического USB-накопителя в виртуальную машину. Предварительно следует размонтировать накопитель в ОС хоста и через панель инструментов окна запущенного экземпляра виртуальной машины подключить его к гостевой ОС. С этой же целью можно воспользоваться пунктом меню **Devices → USB**. Однако наиболее простой, удобный и универсальный метод состоит в подключении сетевых дисков, что позволяет также освободить дополнительный USB-порт. Во-первых, при запуске Volumio самостоятельно сканирует сеть на наличие имеющихся сетевых хранилищ. При необходимости локальный или удалённый сетевой диск можно добавить вручную через меню настроек **Volumio — Sources — Network Drives — Add New Drive** (см. рис. 27). Через дополнительные опции поддерживаются протоколы обмена данными cifs и nfs, а также авторизация (рис. 38). Во-вторых, Volumio создаёт собственные сетевые ресурсы, которые автоматически становятся доступны в ОС хоста (рис. 39). Это элементы Internal Storage, NAS и USB узла VOLUMIO (рис. 40). Файлы можно добавлять в любой из них простым копированием. Однако общий объём этих ресурсов сравнительно невелик, по умолчанию — около 180 Мб. Возможно также подключение к виртуальной машине образов дисков, как жёстких в форматах VMDK, VDI, VHD(X) и др., так и оптических (ISO, DMG, CUE, RAW). В данном случае под форматом CUE подразумевается стандартный образ CUE/BIN, и подключить к VM, например, образ CUE/FLAC не получится. Для конвертирования CUE/FLAC в образ стандартного диска для прожига можно воспользоваться утилитой CUECUE под ОС Windows [77]. Более широкие возможности для работы с форматом CUE/FLAC предоставляет пакет CUETools [78]. Обе программы распространяются на условиях свободной лицензирования GNU General Public License.

Некоторые виртуальные машины, например VMWare, позволяют подключать к ним физические носители. При работе Volumio на одноплатных ПК подключение внешних носителей, естественно, осуществляется физически посредством USB-портов. В случае использования реального или виртуального CD необходимо включить соответствующую опцию в настройках (см. рис. 29). Сканирование ресурсов и добавление их в медиатеку Volumio происходит автоматически после их подключения. При необходимости сканирование и обновление базы данных (БД) могут быть инициализированы вручную нажатием соответствующих кнопок **Rescan** и **Update** в разделе настроек **Sources**.

Удобным способом воспроизведения является использование медиатеки с Volumio или подобной сборкой Linux в качестве рендера с передачей аудиопотока посредством UPnP или Bluetooth. Причём первый вариант может быть реализован как беспроводным (Wi-Fi, аналогично Wi-Fi Direct), так и проводным (LAN) способом подключения к сети. Во втором случае необходимо наличие встроенного или внешнего

(USB) адаптера Bluetooth. При использовании USB-адаптера он должен быть отключён в ОС хоста и "проброшен" в VM, а в настройках в любом случае должна быть включена соответствующая опция (см. рис. 29).

ЛИТЕРАТУРА

50. Super Audio CD. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Super_Audio_CD (10.12.23).
51. DVD-Audio. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DVD-Audio> (10.12.23).
52. SACD vs. DVD-Audio: практическое исследование форматов высокого разрешения. — URL: <https://www.ixbt.com/dvd/sacd-dvd-a.shtml> (10.12.23).
53. Audacious. — URL: <https://audacious-media-player.org/> (10.12.23).
54. VLC media player. — URL: <https://www.videolan.org/> (10.12.23).
55. How to Install VLC Media Player on Fedora 39/38/37 Linux. — URL: <https://www.linuxcapable.com/install-vlc-media-player-on-fedora-linux/> (10.12.23).
56. VLC media player for Ubuntu. — URL: <https://www.videolan.org/vlc/download-ubuntu.html> (10.12.23).
57. AIMP. — URL: <https://www.aimp.ru/> (10.12.23).
58. Панкратьев Д. Гибридный УМЗЧ на лампах 1П24Б. — Радио, 2020, № 8, с. 12—17.
59. Панкратьев Д. Стерефонический УМЗЧ на лампах 6С33С. — Радио, 2021, № 6, с. 22—25; № 7, с. 9—18.
60. Панкратьев Д. Бестрансформаторный гибридный УМЗЧ. — Радио, 2023, № 4, с. 37—45.
61. Volumio. — URL: <https://volumio.com/en/get-started/> (10.12.23).
62. About moOde audio player. — URL: <https://moodeaudio.org/> (10.12.23).
63. piCorePlayer — A COMPLETE AUDIO SYSTEM. — URL: <https://www.picoreplayer.org/> (10.12.23).
64. Rune Audio. Download. — URL: <https://www.runeaudio.com/download/> (10.12.23).
65. Volumio 3 (Debian Buster) — Orange Pi images. — URL: <https://community.volumio.com/t/volumio-3-debian-buster-orange-pi-images/44826/51> (10.12.23).
66. Music Player Daemon. — URL: <https://musicpd.org/> (10.12.23).
67. Logitech Media Server. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Logitech_Media_Server (10.12.23).
68. SqueezeLite. — URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/SqueezeLite> (10.12.23).
69. Squeezebox (network music player). — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Squeezebox_\(network_music_player\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Squeezebox_(network_music_player)) (10.12.23).
70. Orange Pi Zero, установка Logitech Media Server и SqueezeLite. — URL: <https://elchupaniibrei.livejournal.com/39698.html> (10.12.23).
71. UPnP Device Architecture 1.1. — URL: <https://trinea.github.io/doc/upnp/UPnP-arch-DeviceArchitecture-v1.1.pdf> (10.12.23).
72. Chromecast built-in. — URL: <https://www.google.com/intl/en-us/chromecast/built-in/> (10.12.23).
73. Manifest UI Feedback and discussion. — URL: <https://community.volumio.com/t/manifest-ui-feedback-and-discussion/51079> (10.12.23).
74. TIDAL. — URL: <https://tidal.com/> (10.12.23).

75. Volumio Developers. — URL: <https://developers.volumio.com/> (10.12.23).

76. VirtualBox. — URL: <https://www.virtualbox.org/> (10.12.23).

77. CUECUE. — URL: <https://sourceforge.net/projects/cuecue.berlios/> (10.12.23).

78. CUETools. — URL: <http://cue.tools/wiki/CUETools> (10.12.23).

(Окончание следует)

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Для Вас, радиолюбители!

РАДИО элементы, 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



Баранов А. В., Привер Э. Л., Пассивные цепи с распределёнными и сосредоточенными параметрами. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 264 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-1027-0

Исследуются ориентированные на применение современных программ автоматизированного моделирования новые методы проектирования пассивных цепей на элементах с распределёнными и сосредоточенными параметрами. Рассмотрены особенности проектирования согласующе-трансформирующих, фазосдвигающих, фильтрующих цепей, а также цепей распределения колебаний по частоте и мощности. Приведены примеры разработки таких устройств.

Для инженерно-технических и научных работников, занимающихся проектированием радиоэлектронной аппаратуры, будет полезна аспирантам и студентам старших курсов соответствующих специальностей.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

Регулируемый стабилизатор тока 0...6 А

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

Стабилизаторы тока применяются в зарядных устройствах, при гальваническом покрытии металлических изделий, электролизе и т. д. Стабилизатор тока, описание которого предлагается вниманию читателей, был разработан специально для применения в строительных работах — резке пиломатериалов нихромовой "струной". У такого способа обработки древесины есть определённые преимущества, среди которых, на-

пример, возможность отрезать от заготовки тонкую полосу шириной 2...3 мм, при этом толщина заготовки гниения за счёт запекания древесных капилляров смолой, выделяющейся при нагреве. При этом отпадает необходимость в покраске, и торцы досок принимают достаточно эстетичный вид (рис. 1).

Схема стабилизатора тока показана на рис. 2. За его основу взята схема из технического описания микросхемы LM317T [1]. Максимальный выходной ток стабилизатора — 6 А, при этом выходное напряжение — около 16 В. Без



Рис. 1

нагрузки выходное напряжение может достигать 30 В. Стабилизатор тока собран на микросхеме DA2 и транзисторе

VT1, который включён параллельно микросхеме DA2 и позволяет увеличить выходной ток стабилизатора. Резистор R3 — датчик тока, от его сопротив-

ления зависит максимальное значение выходного тока, регулировка выходного тока осуществляется переменным резистором R4.

Питается стабилизатор тока от сетевого блока питания, собранного на понижающем трансформаторе T1 и выпрямителе на диодах VD1, VD2. Конденсаторы C1, C2, C4, C5 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения. Чтобы обеспечить регулировку выходного тока от нуля до максимума, на резисторе R4 формируется компенсирующее напряжение для микросхемы DA2. Осуществляется это с помощью стабилизатора тока на транзисторе VT2 и резисторе R5. Светодиод HL1 выполняет функции индикатора включения и одновременно источника образцового напряжения для стабилизатора тока на транзисторе VT2. Протекающий через этот транзистор ток создаёт на резисторе R4 и диодах VD7, VD8 напряжение 1,25...1,3 В. В результате в нижнем по схеме положении движка резистора R4 выходной ток будет близок к нулю, а в верхнем положении движка этого резистора выходной ток максимален.

Для питания стабилизатора тока на транзисторе VT2 служит блок питания, собранный на трансформаторе T2, выпрямителе на диодах VD3—VD6 и стабилизаторе напряжения на микросхеме DA1. Конденсатор C3 — сглаживающий.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ с допуском $\pm 5\%$, переменный резистор — СП4-1, СПО. Резистор R3 изготовлен из нихромовой проволоки диаметром 1 мм. Этот резистор может сильно разогреваться, поэтому провод надо свернуть в спираль и приподнять над печатной платой. Для этого концы провода запрессованы в медные лужёные гильзы ГМЛ(о) 0,34/1,5.

Оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, конденсатор C6 — К73-17, К10-17 или импортный плёночный. Транзистор 1Т813В [2]

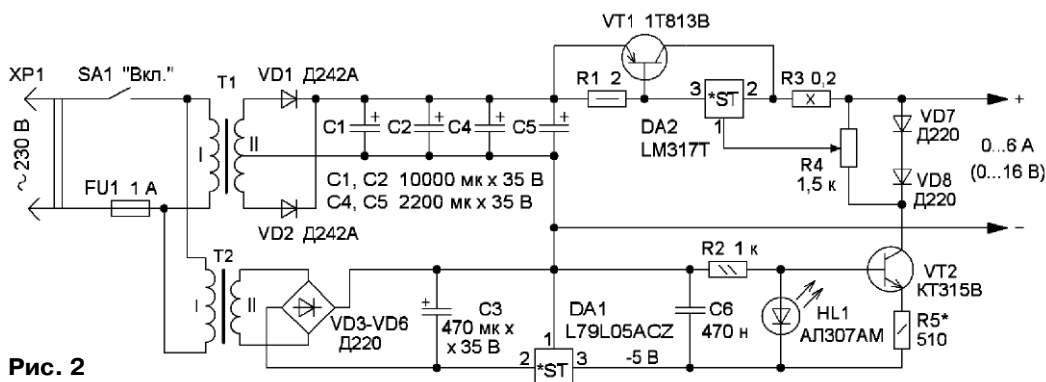


Рис. 2

существенного значения не имеет, увеличивается лишь время процесса. С помощью такой установки можно защитить торцевые части досок от

резки, который включён параллельно микросхеме DA2 и позволяет увеличить выходной ток стабилизатора. Резистор R3 — датчик тока, от его сопротив-

можно заменить транзистором серий ГТ806, П210. Транзистор КТ315В можно заменить транзистором серий КТ315, КТ3102 с допустимым напряже-

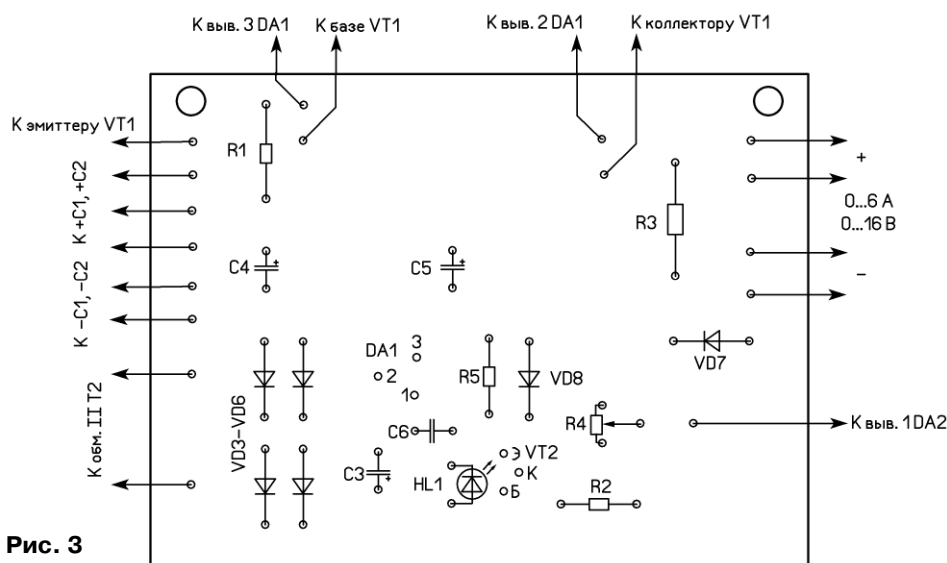
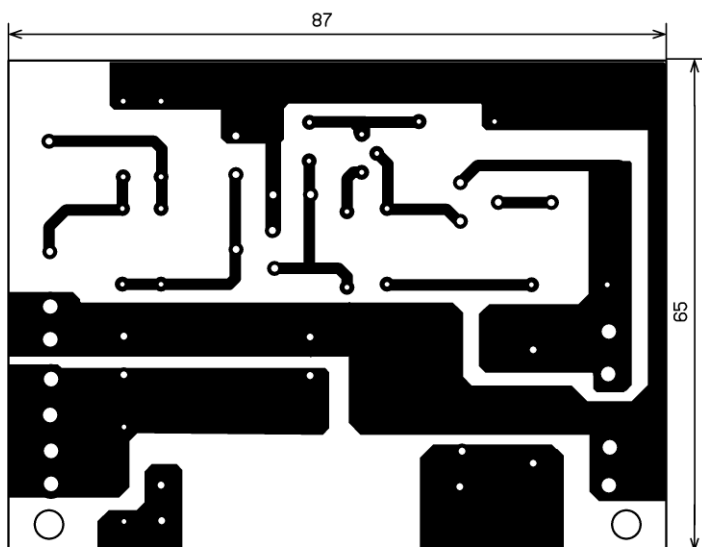


Рис. 3

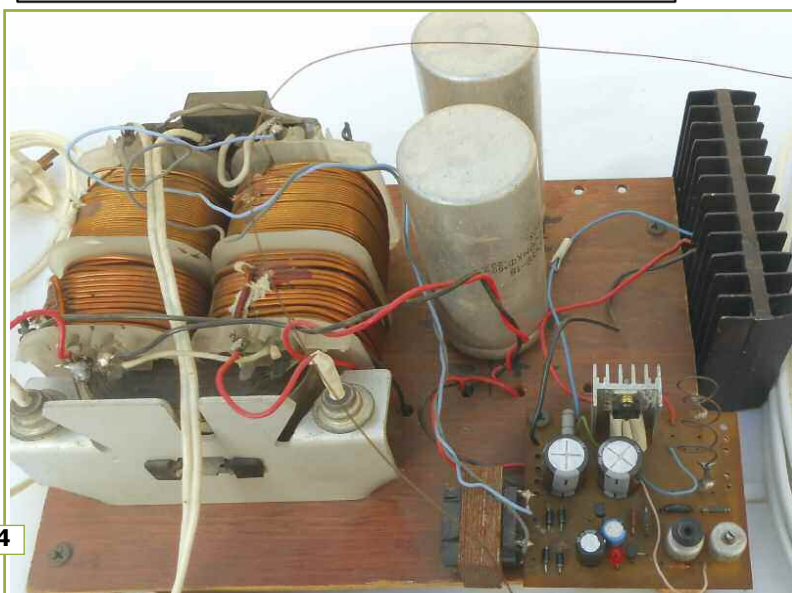


Рис. 4

нием коллектор—эмиттер не менее 30 В. Замена диодов Д242А — диоды серий Д305, Д243, Д244. Диоды Д220 можно заменить диодами серий Д223, КД521, КД522.

Часть элементов стабилизатора смонтирована на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, её чертёж показан на рис. 3 (на плате установлен подстроечный резистор R5). Микросхема DA2 установлена на ребристый теплоотвод общей площадью 60 см². Транзистор VT1 установлен на теплоотвод общей площадью около 900 см². Если работы проводятся при температуре окружающего воздуха 30 °С и выше, следует предусмотреть обдув устройства с помощью внешнего вентилятора.

В авторском варианте применён понижающий трансформатор Т1 от зарядного устройства "Рассвет-2". От него использован и алюминиевый теплоотвод толщиной 3 мм размерами 130×70 мм, на котором установлены диоды VD1, VD2. Трансформатор можно изготовить из трансформаторов серий ТС-180, ТС-200, применявшихся в чёрно-белых телевизорах. Их вторичные обмотки удаляют и наматывают новые — на каждом каркасе 78 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 2 мм для трансформаторов ТС-200 и по 68 витков для трансформатора ТС-180. Обмотки соединяют последовательно. Трансформатор Т2 — маломощный с выходным напряжением 6...10 В и током до 50 мА. Внешний вид стабилизатора тока без корпуса показан на рис. 4.

Налаживание сводится к подбору резистора R5, чтобы на резисторе R4 и диодах VD7, VD8 было напряжение 1,25...1,3 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Voltage Regulator Adjustable Output, Positive 1.5 A LM317, NCV317. — URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/lm317-d.pdf> (20.12.23).
2. 1Т813А, 1Т813Б, 1Т813В. — URL: <https://clck.ru/37Cfiz> (20.12.23).

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/tok.zip> на нашем FTP-сервере.

Лабораторный блок питания с функцией зарядки аккумуляторов

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

После проведённой модернизации лабораторный блок питания (ЛБП), описание которого приведено в статье автора "Мощный инверторный лабораторный блок питания" ("Радио", 2023, № 12, с. 16—25), может заряжать аккумуляторы. Больше всех модернизация коснулась блока управления (БУ). Ранее применённый в нём модуль Arduino Nano пришлось заменить более совер-

версиями, например LGT8F328P-LQFP32 MiniEVb, компиляция прошла с ошибками, хотя с обратной стороны на плате написано LGT8F328P-LQFP32 MiniEVb, но без "танцев с бубном" там не обойтись. С используемой версией модуля LGT8F328 Arduino IDE работает практически как с платой Arduino Nano.

При модернизации было решено не делать зарядное устройство для всех

— CURRENT — режим установки ограничения тока, через 10 с после регулировки устройство переходит в режим POWER;

— DRELL — устанавливается выходное напряжение 20 В (у меня дрель на напряжение 24 В, и, чтобы каждый раз при включении не выставлять напряжение для её питания, на выходе устанавливается именно это напряжение);

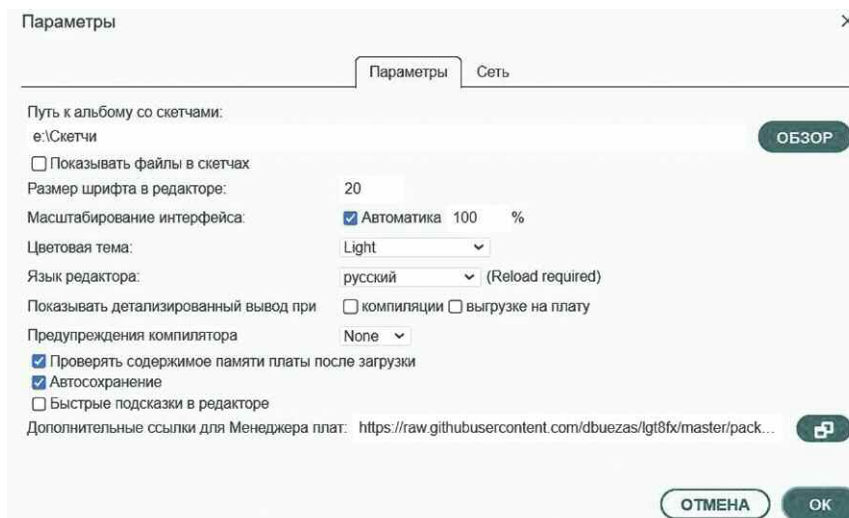


Рис. 1

шенным модулем LGT8F328P, что позволило реализовать в ЛБП функцию зарядки аккумуляторов. Теперь вместо двух знаков после запятой на дисплее выводятся три знака, что повысило точность измерения. В блок силовой (БС) был добавлен узел защиты силовых транзисторов от перегрузки с отключением импульсов управления.

Модуль LGT8F328P по размерам и функциям является почти полным аналогом Arduino Nano, только с лучшими параметрами. Два этих модуля по боковым контактам полностью совместимы и в этом смысле частично взаимозаменяемы. Для нового модуля надо добавить собственное ядро, которое будет доступно в менеджере плат при добавлении в настройках Arduino IDE ссылки https://raw.githubusercontent.com/dbuezas/lgt8fx/master/package_lgt8fx_index.json.

После загрузки в менеджере плат Arduino IDE надо выбрать LGT8F328, как показано на рис. 1—рис. 3. С другими



Рис. 3

типов аккумуляторов, как в универсальных ЗУ, и тем более для Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов, а только для тех, которые у меня используются. Но несложно ввести свои типы аккумуляторов и доработать алгоритмы зарядки. Но памяти микроконтроллера может не хватить на все типы аккумуляторов, она и так уже заканчивается.

Теперь в ЛБП с функцией зарядки десять режимов работы, переключаемых циклически по кольцу кнопкой энкодера, которые перечислены по порядку:

— POWER, в этом режиме можно регулировать выходное напряжение;

— Li-Ion 2S — режим зарядки батареи из двух литиевых аккумуляторов, зарядка отключается при достижении заданного напряжения;

— Li-Ion 3S — режим зарядки батареи из трёх аккумуляторов, зарядка отключается при достижении заданного напряжения;

— Li-Ion 4S — режим зарядки батареи из четырёх литиевых аккумуляторов, зарядка отключается при достижении заданного напряжения;

— Li-Ion 5S — режим зарядки батареи из пяти литиевых аккумуляторов, зарядка отключается при достижении заданного напряжения;

— Li-Ion 6S — режим зарядки батареи из шести литиевых аккумуляторов, зарядка отключается при достижении заданного напряжения;

— Plumbum — режим зарядки батареи автомобильного свинцового аккумулятора с номинальным напряжением 12,6 В. При достижении напряжения 14,5 В ток зарядки уменьшается в два раза, зарядка отключается при достижении заданного предела напряжения 16,5 В. Перед включением режима зарядки аккумулятора устанавливаются ток зарядки — 10 % от номинальной

Рис. 2

ёмкости батареи, и при нажатии на кнопку зарядки аккумулятора это значение запоминается, и по нему контролируется процесс окончания зарядки;

— Plum_Gel — режим зарядки гелевой свинцовой аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 12,6 В. На каждой батарее указано предельное напряжение зарядки в виде надписи Cycle use 13.8-14.1V. Это

напряжение немного отличается от установленного порога 14 В. При достижении этого порога ток зарядки ступенчато уменьшается на 0,1 А, и зарядка отключается при уменьшении тока на 50 %. Перед включением режима зарядки аккумулятора устанавливаются ток зарядки — 10 % от его номинальной ёмкости, и при нажатии на кнопку энкодера это значение запоминается, и по нему контролируется процесс

окончания зарядки.

При включении режима зарядки аккумуля-

тора (или батареи аккумуляторов) сначала устанавливается минимальное напряжение батареи (3 В), умноженное на число встроенных аккумуляторов в батарее (кроме свинцовых аккумуляторов), и потом повышается напряжение до включения режима стабилизации зарядного тока. В процессе зарядки можно регулировать ток зарядки аккумулятора. По окончании зарядки устройство издаёт трёхкратный звуковой сигнал и переходит в режим регулировки напряжения на выходе в режиме POWER с установкой минимального напряжения на выходе устройства.



Рис. 4



Рис. 5

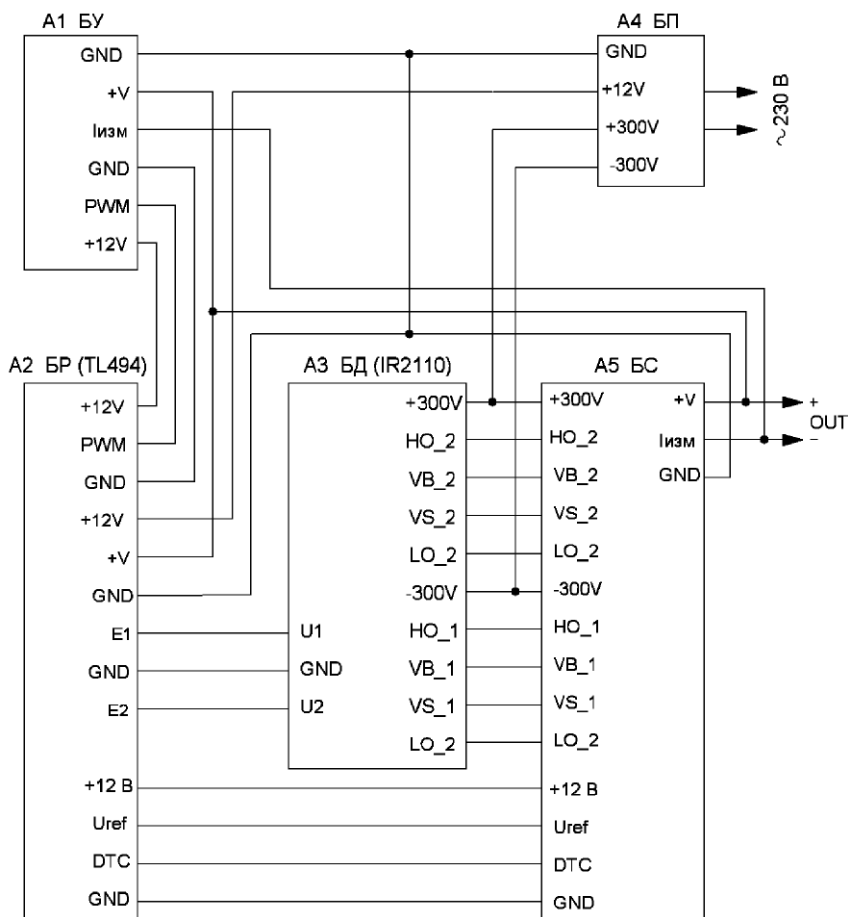


Рис. 6

Для контроля температуры заряжаемого аккумулятора (батареи) можно подключить датчик температуры на микросхеме DS18B20. При превышении температуры заряжаемого аккумулятора 40 °C режим зарядки отключается с выходом в режим POWER с установкой минимального напряжения на выходе устройства. Датчик температуры подключается с помощью компьютерного разъёма USB-A (рис. 4), но это на усмотрение конечного пользователя, мне было так удобно, кому-то будет удобнее применить другой разъём.

На дисплее (рис. 5) в его верхней центральной части большим шрифтом выводится информация о напряжении и токе, слева мелким шрифтом выводится информация о температуре теплоотвода силовых транзисторов, справа — частота вращения вентиляторов. В нижней части дисплея слева вверху выводится режим работы, внизу слева — значение ШИМ, справа выводится значение порога ограничения выходного тока, в правой нижней части — вверху температура заряжаемого аккумулятора, внизу — продолжительность зарядки аккумулятора (батареи). Обновление информации на дисплее происходит через 0,5 с, в режиме зарядки — один раз в 1 с.

Далее в модернизированном ЛБП будут описаны только те узлы, в которые были внесены изменения. Начнём с блок-схемы, показанной на рис. 6. Дополнительно введены четыре провода, соединяющие контакты +12 В, Uref, DTC и GND БС и блока регулировки (БР), которые предназначены для контроля тока защиты выходных транзисто-

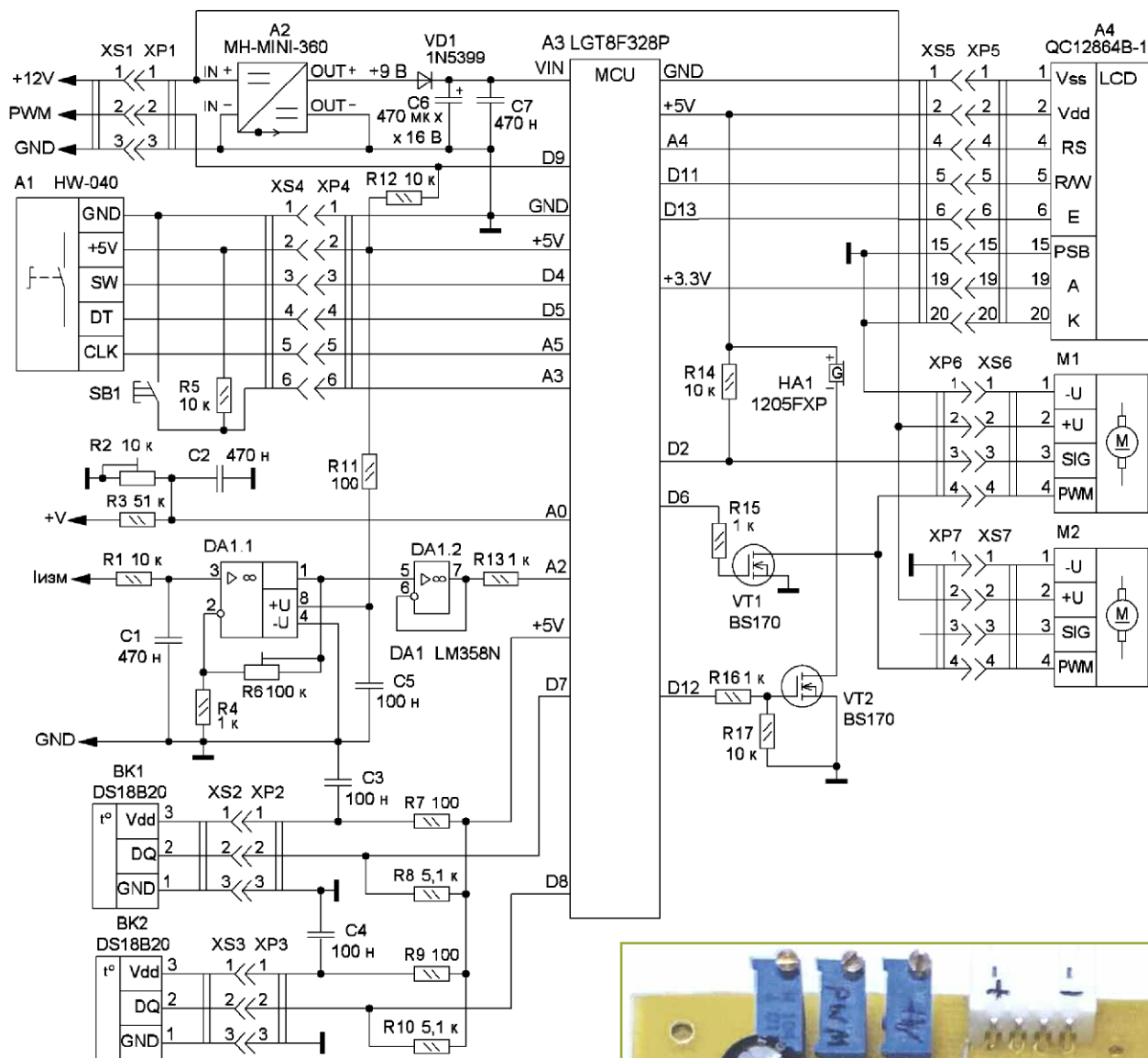


Рис. 7

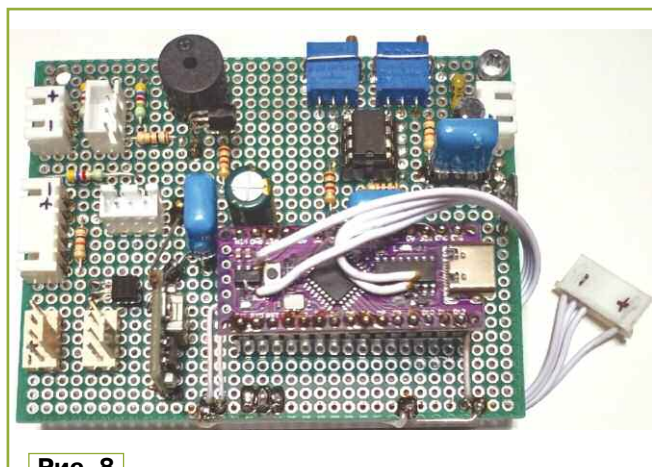


Рис. 8

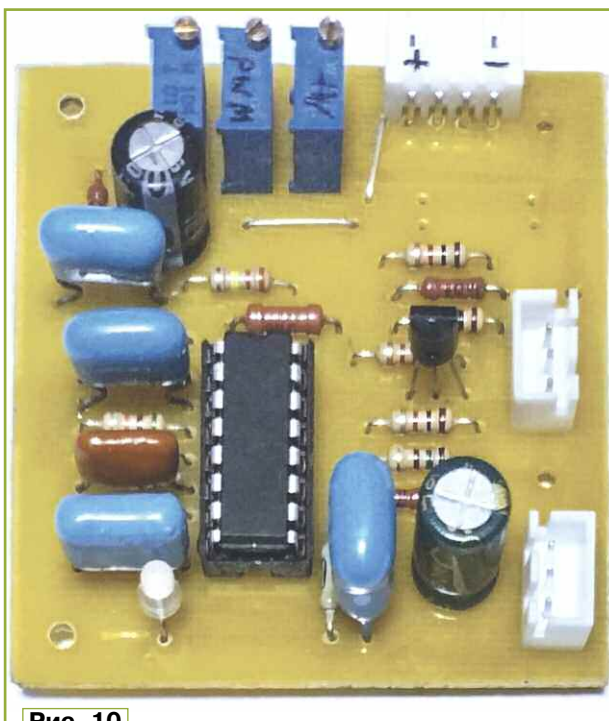


Рис. 10

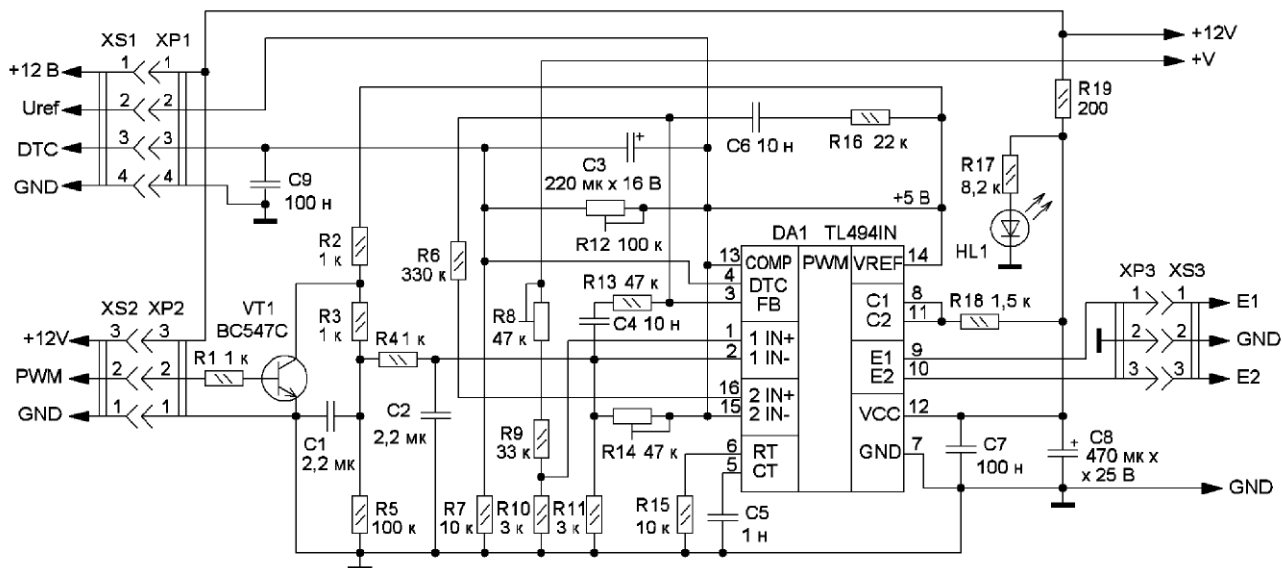


Рис. 9

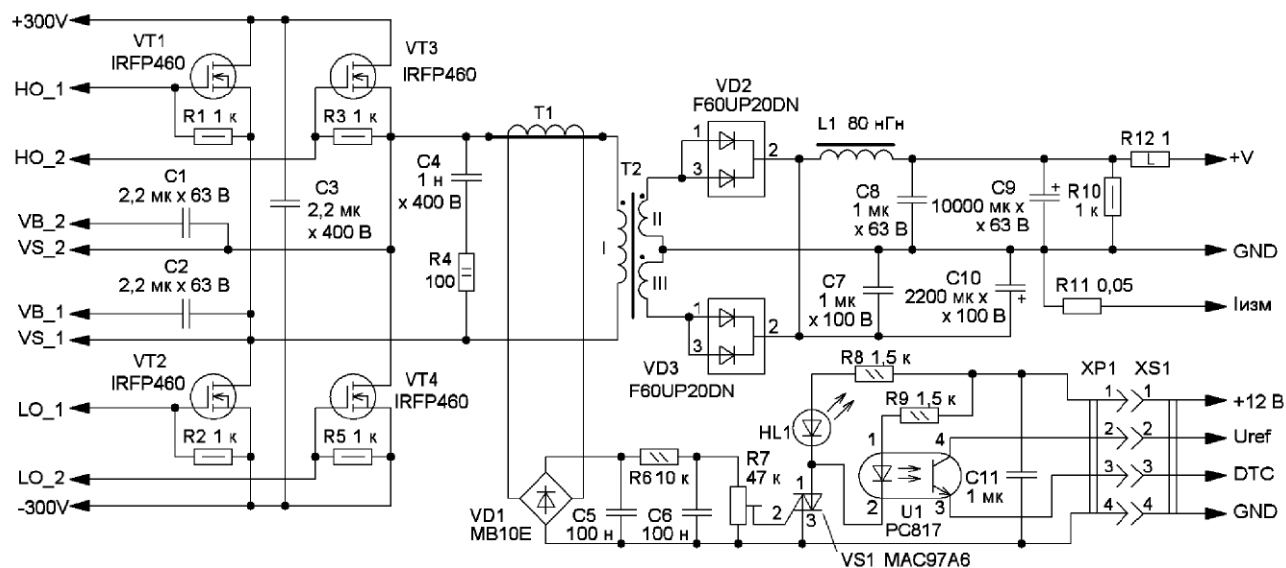


Рис. 11

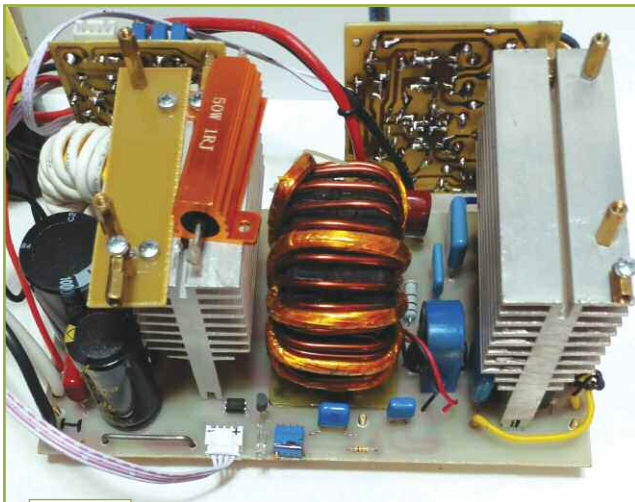


Рис. 12

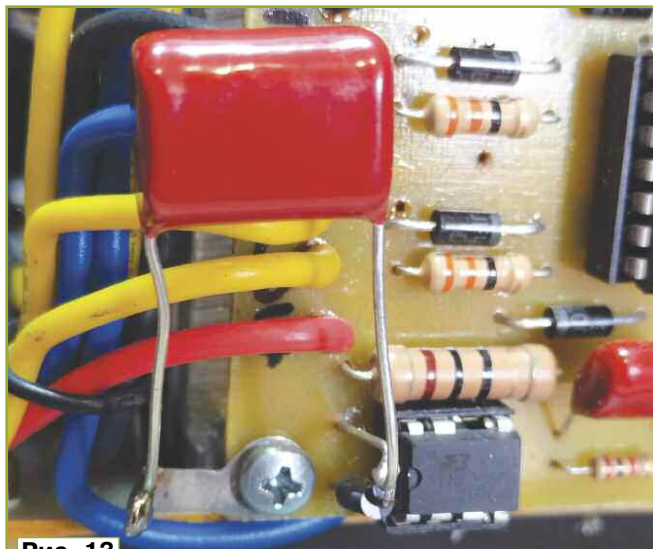


Рис. 13

ров. В БС добавлена система защиты от перегрузки силовых транзисторов, и при её срабатывании блокируются управляющие импульсы, поступающие на силовые транзисторы от БР.

На рис. 7 показана схема модернизированного БУ. В нём модуль Arduino Nano заменён модулем LGT8F328P, микроконтроллер которого работает на частоте 32 МГц от внутреннего RC-генератора. Этот режим работы можно установить во вкладке "Инструменты" (Tools) и называется Clock Source. Обратной совместимости с платой Arduino Nano нет, поскольку в LGT8F328P есть функции, которых нет в Arduino Nano и которые применяются в этом устройстве. Добавлен второй датчик температуры ВК2, измеряющий температуру заряжаемого аккумулятора. При превышении температуры аккумулятора выше 40 °C его зарядка прекращается. Добавлена кнопка SB1 для включения/отключения режима зарядки аккумулятора (батареи). Добавлен акустический сигнализатор HA1, озвучивающий также нажатия на кнопки.



Рис. 14

Произведены и изменения в программе. Теперь измерения напряжения и тока производятся с помощью 12-разрядного АЦП, что повысило точность измерений, особенно для Li-Ion аккумуляторов. Также пришлось перевести ШИ-регулировку (PWM) выходного напряжения с восьми разрядов (256 значений) на 12 разрядов (4096 значений), что повысило плавность регулировки напряжения и тока. Если для регулировки выходного напряжения 256 значений хватало, то при переключении ШИ-регулировки на одно значение ток зарядки увеличивался сразу на 0,5 А, что было неприемлемо для стабилизации зарядного тока. В результате испытаний остановился на 12-разрядной PWM, что обеспечило плавность регулировки зарядного тока. Этот режим можно реализовать только на выходе D9 модуля LGT8F328P, поскольку его работу обеспечивает 16-разрядный таймер 1. И ещё было обнаружено, что длительность импульса PWM немного "плавает", что в

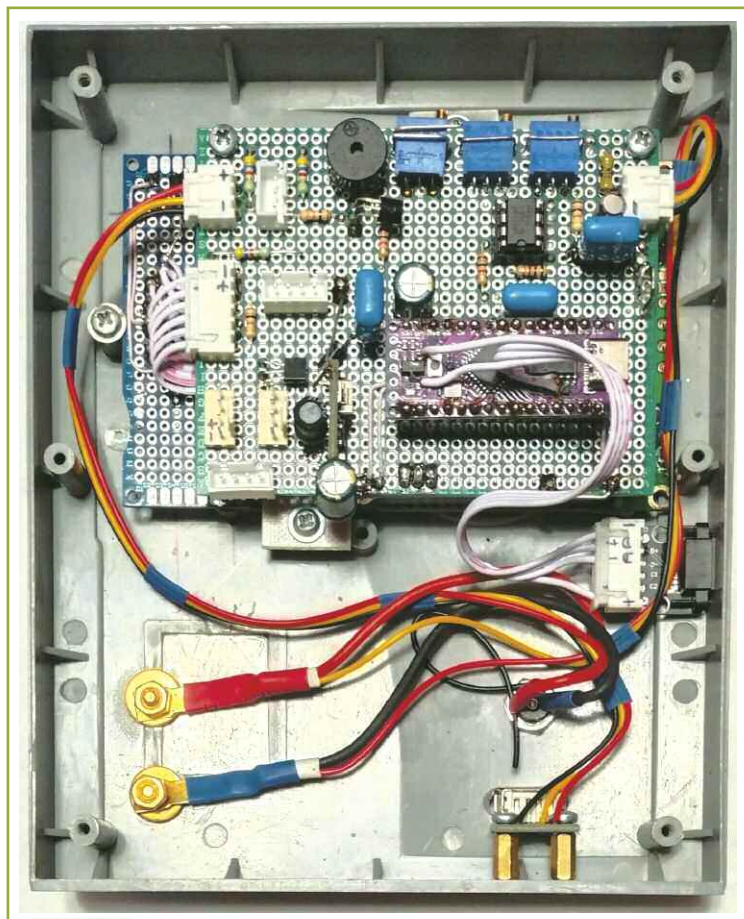


Рис. 15

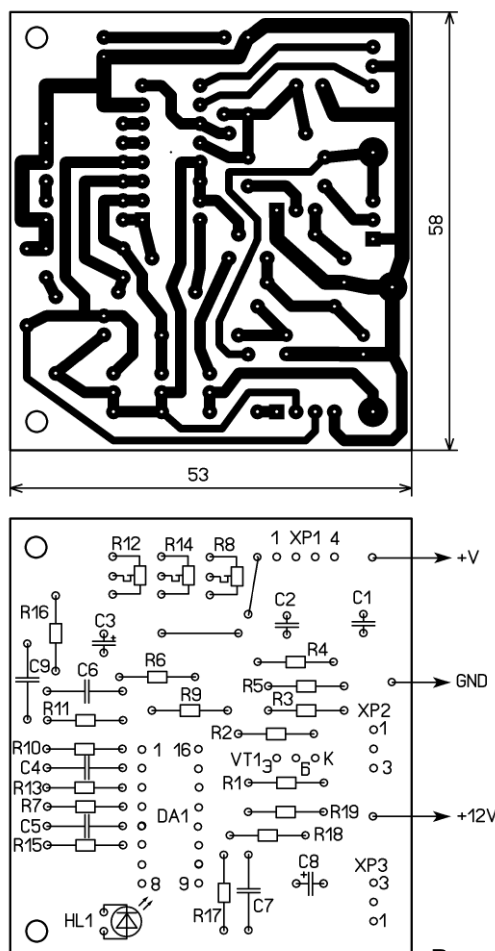


Рис. 16

Arduino Nano, что в LGT8F328P, но ничего с этим сделать не смог. Если на индикацию напряжения это влияет не сильно, то на показаниях тока последние цифры могут "плавать", что влияет на функцию стабилизации тока, поскольку влияние этого эффекта при измерении тока более значительно, чем на измерение напряжения.

Для ускорения реакции микроконтроллера модуля LGT8F328P на события, происходящие при работе устройства, все функции, требующие этого, работают по прерыванию таймера 2 с периодом 1 мс. Поскольку часть функций измерения напряжения оказалась несовместимой с микроконтроллером LGT8F328P, пришлось для коррекции показаний вольтметра ввести в схему подстроечный резистор R2. На **рис. 8** показана модернизированная плата БУ, собранная на макетной плате. На ней видно расположение элементов, но кто-то может предпочесть свой вариант.

Схема блока регулировки (БР) показана на **рис. 9**. Здесь изменения коснулись добавления разъёма XP1 для подачи напряжения 5 В на вывод 4 (DTC) микросхемы DA1 (TL494IN) и блокировки импульсов управления силовыми транзисторами. Сигнал включения блокировки поступает с БС. Конденсатор C9 подавляет помехи, поступающие со стороны этого блока.

В процессе работы появилась идея, как избавиться от БР и возложить его функции на БУ. В микроконтроллере LGT8F328P присутствует дополнительный четвёртый 16-разрядный таймер 3 с дополнительными выходами. Были реализованы ШИ-сигналы (выводы D0 и D2 модуля) — два коротких положительных импульса со сдвигом 180 градусов между ними, с помощью которых была попытка реализовать свою идею. Но там возникла проблема, поскольку регулировка напряжения от минимума до максимума укладывается в очень узкий интервал регулировки длительности импульса 0,5...2 мкс, но, возможно, придётся ещё добавить частотную модуляцию, но пока эта идея в разработке. Дело в том, что в реализованном устройстве получается так, что из БУ ШИ-сигнал поступает в БР, где он преобразуется в аналоговый сигнал с помощью двойного RC-фильтра, а потом преобразуется снова в ШИ-сигнал для подачи его на блок драйвера (БД). Но пока вернёмся к описанию устройства. БР оказался очень чувствителен к разным импульсным помехам, особенно к тем, которые создаёт БС. Для их подавления по цепям питания были установлены дополнительные плёночные конденсаторы, что позволило добиться стабильной работы. На **рис. 10** показана смонтированная модернизированная плата БР.

Модернизированная схема БС показана на **рис. 11**. В него добавлен трансформатор тока T1, преобразующий ток силовых транзисторов в напряжение, которое выпрямляет диодный мост VD1, а при превышении установленного порога открывается симистор VS1. Через него и излучающий диод

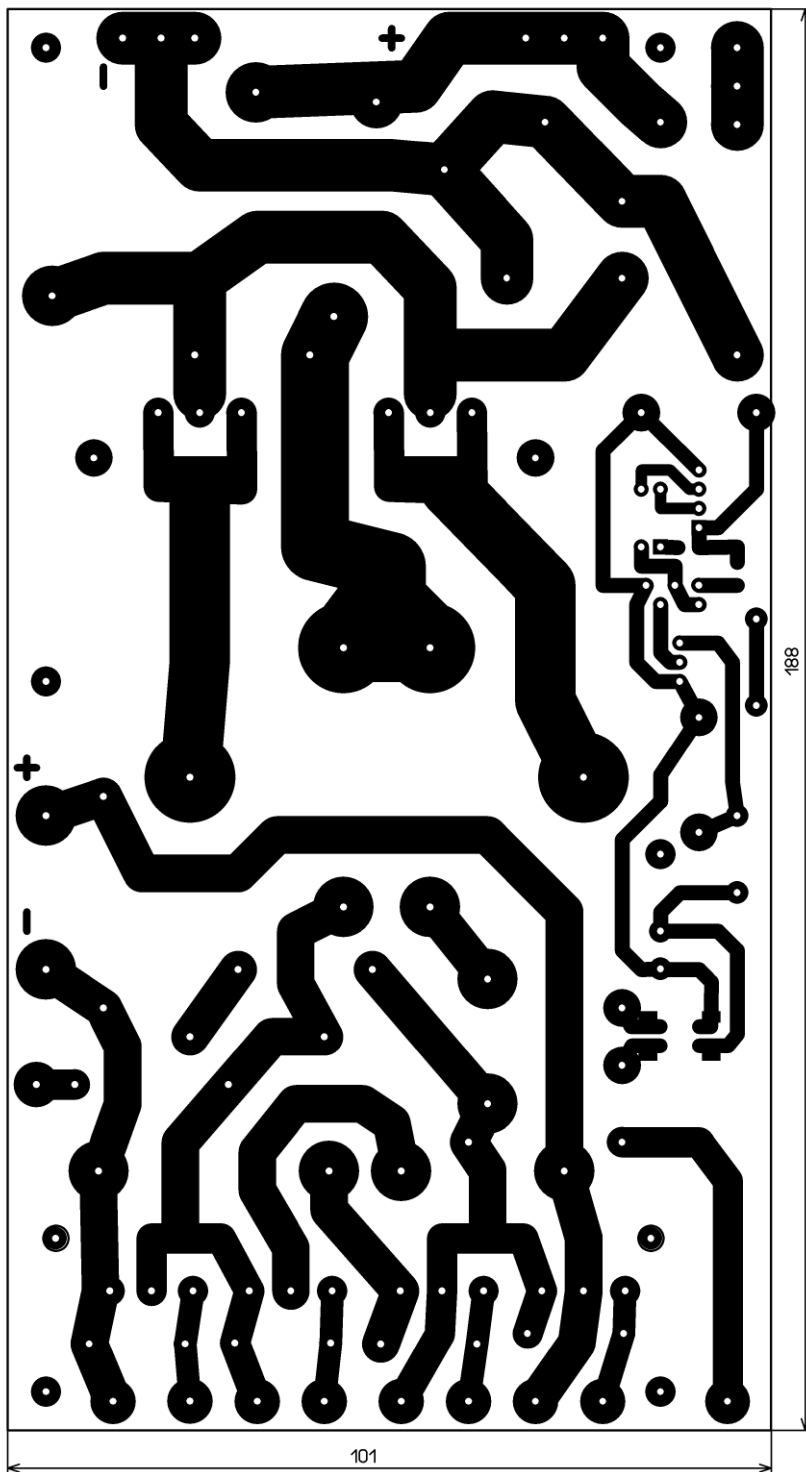


Рис. 17

оптрона U1 протекает ток, фототранзистор оптрона открывается, и напряжение блокировки импульсов силовых транзисторов поступает на БР. Конденсатор C11 подавляет помехи по цепи питания 12 В, наводимые импульсами при

работе БС. Конденсаторы C7 и C10 применены на напряжение 100 В, поскольку во время экспериментов конденсатор C10 на напряжение 63 В был пробит. Собранный блок БС показан на **рис. 12**.

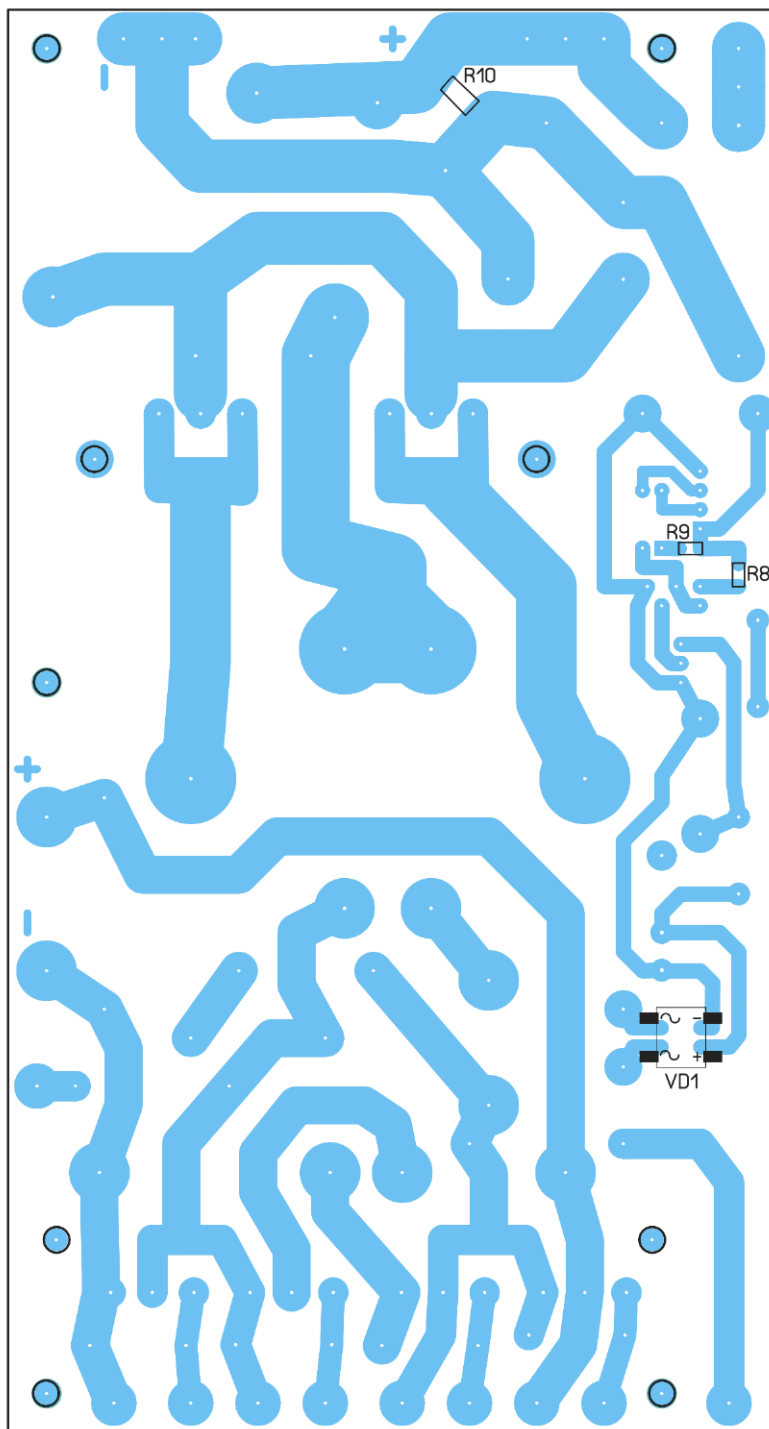


Рис. 18

Теплоотвод, на котором размещены силовые транзисторы, через плёночный конденсатор ёмкостью 1 мкФ на напряжение 100 В был подключён к линии питания –300 В, чтобы уменьшить помехи, влияющие на работу БР. Вариант подключения этого конденсатора показан на рис. 13. Конденсатор одним выводом припаян к диоду, установленному в БД, вывод которого подключён к линии питания –300 В, другой вывод конден-

сатора припаян к металлическому лепестку, который привинчен к стойке, установленной на теплоотводе. Этот конденсатор на схеме не показан.

Можно было бы теплоотвод напрямую подключить к линии питания –300 В, но в случае пробоя изолирующей прокладки у силовых транзисторов будет "фейерверк", а так выйдет из строя только конденсатор, показывающий, что пора менять изолирующие

прокладки под транзисторами. Оказалось, что теплоотвод, "висящий в воздухе" и никуда не подключённый, создаёт помехи, нарушающие нормальную работу БР.

Передняя панель модернизированного ЛБП показана на рис. 14. На неё добавлена кнопка включение/отключение режима зарядки аккумуляторов (справа вверху жёлтого цвета), внизу слева — разъём USB-A для подключения датчика температуры, над ним — разъём 5,5×2,1 мм, подключённый параллельно к выходному разъёму для удобства пользования, поскольку есть много устройств с таким разъёмом. С его помощью подключаю аккумуляторы для зарядки, кроме свинцового автомобильного аккумулятора, поскольку у него зарядный ток — 5...6 А, а этот разъём не рассчитан на такой ток. Расположение элементов с обратной стороны передней панели показано на рис. 15.

Все новые платы изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы БР и схема размещения на ней элементов показаны на рис. 16. Чертёж платы БС показан на рис. 17, а схема размещения элементов — на рис. 18 и рис. 19. Они рассчитаны на установку постоянных резисторов МЛТ, С2-33, резисторов для поверхностного монтажа типоразмеров 1210, 1206, оксидных конденсаторов К50-35 или импортных, конденсаторов К10-17, К73-17, К78-2 или импортных аналогов. Трансформатор тока Т1 в БС — от сварочного инвертора BRIMA 220 ММА, в нём есть отверстие, через которое надо пропустить провод сечением 4 мм², соединяющий трансформатор Т2 с силовыми транзисторами. Резистор R12 в БС — RX24 в металлическом корпусе и мощностью 50 Вт, он закреплён с помощью винта на теплоотводе диодов БС. Диодный мост VD1 в БС — для поверхностного монтажа.

Налаживание этого ЛБП заключается в коррекции в БУ резистором R2 измеренного напряжения на выходе устройства. В БР резистором R12 устанавливают напряжение 1,5 В на выводе 4 микросхемы DA1 (TL494IN), резистором R14 устанавливают минимальное напряжение на выводе — 3 В, резистором R8 устанавливают верхний предел выходного напряжения. К выходу устройства подключают нагрузку с амперметром и резистором R6 в БУ устанавливают показания прибора в соответствии с измеренным током нагрузки. Резистором R7 в БС устанавливают порог срабатывания защиты силовых транзисторов. После срабатывания защиты, чтобы восстановить работоспособность ЛБП, надо выключить устройство и снова его включить. В БУ в модуле А2 с помощью встроенного подстроечного резистора устанавливают на выходе модуля напряжение 9 В.

При первом включении надо установить желаемое напряжение на выходе, ток ограничения нагрузки и токи зарядки аккумуляторов и нажатием на кнопку энкодера длительностью более 3 с сохранить установленные параметры в EEPROM микроконтроллера. При по-

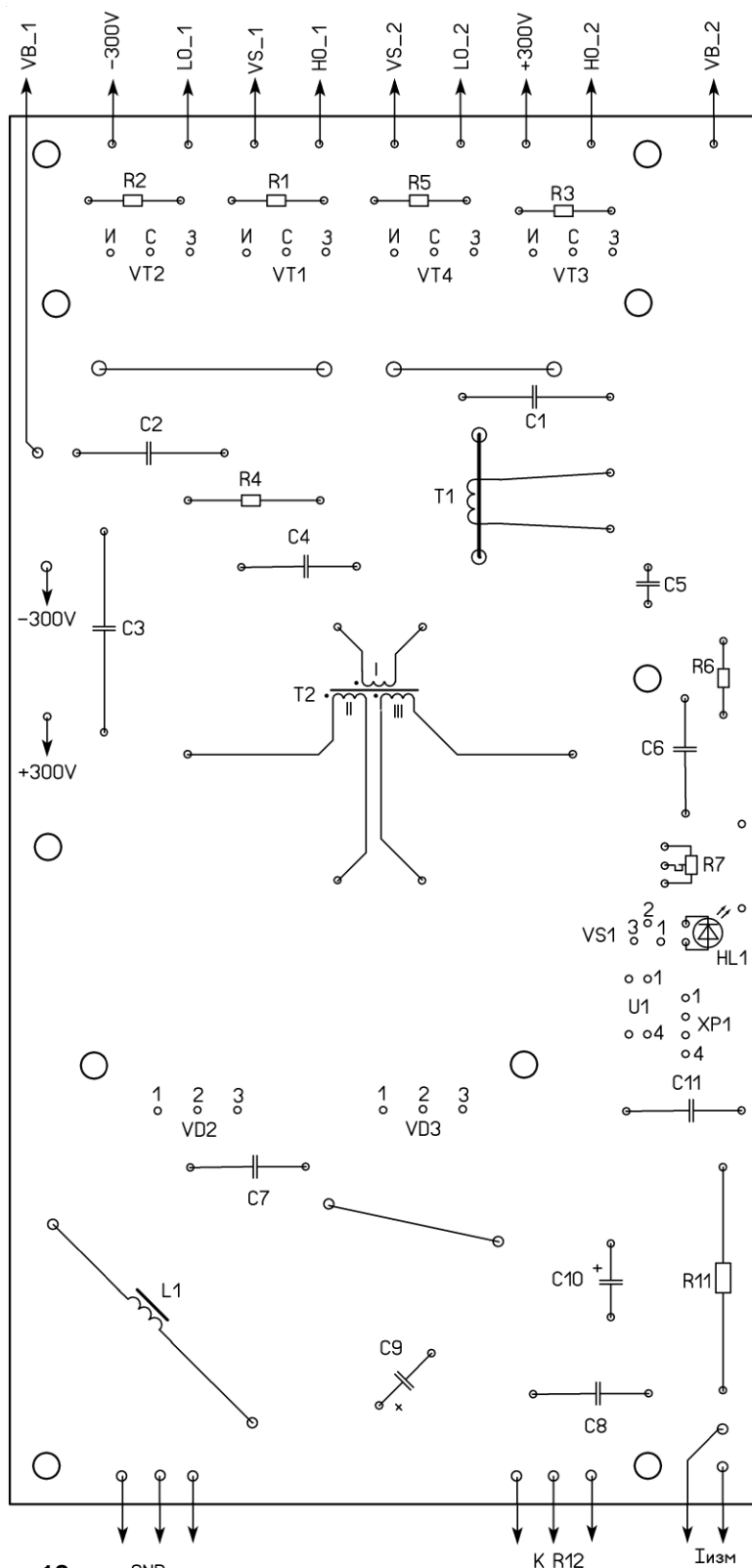


Рис. 19

следующих включениях этот ЛБП будет включаться с установленными параметрами.

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

От редакции. Скетч для LGT8F328, чертежи печатных плат в программе Sprint-Layout в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/lbp-zu.zip> на нашем FTP-сервере.

Важным этапом развития электронной техники второй половины XX века стало появление принципиально нового вида электровакуумных приборов — стержневых радиоламп (рис. 1). Они были изобретены видным отечественным инженером Валентином Николаевичем Авдеевым (1915—1972) в ОКБ-617 (г. Новосибирск) и производились с 1956 г. по 1991 г. [1]. Обладая повышенной механической прочностью и надёжностью (за счёт отсутствия витых сеток и, как следствие, невозможности их провисания и замыкания), эти лампы были самыми экономичными из существовавших на тот момент. Ещё одним важным качеством новинки явился большой срок службы. Например, у стержневого пентода 1Ж29Б минимальная гарантированная долговечность при годности 90 % составляет 2000 ч для ранних выпусков и 3000 ч для поздних, а у варианта с повышенной надёжностью — лампы 1Ж29Б-В — этот показатель составляет и вовсе астрономические для радиолампы — не менее 5000 ч. Для обычных сеточных ламп такие цифры были запредельными. Самый распространённый в то время пентод высокой частоты 6Ж1П имел гарантированную наработку всего 500 ч. Правда, были и более долговечные варианты этой лампы. Новаторская конструкция также обеспечила пониженные межэлектродные ёмкости и высокое входное сопротивление. У большинства стержневых ламп — не менее 50...60 кОм на частоте 60 МГц, у 1Ж24Б — не менее 100 кОм. На этом фоне довольно скромная крутизна передаточной вольт-амперной характеристики (1...2,5 мА/В) была вполне приемлемой.

Перечисленные выше обстоятельства однозначно предопределили область применения стержневых радиоламп — устройства и системы связи специального назначения, некоторые из них приведены в табл. 1 и табл. 2. В интересах Главного разведуправления Генерального штаба были разработаны переносные КВ-радиостанции Р-350М, Р-353 и Р-354 с возможностью высокоскоростной полуавтоматической телеграфии. Практически на всю советскую бронетехнику тех лет штатно устанавливались УКВ-радиостанции Р-123 и её модификации, а в командирских машинах были и КВ-радиостанции Р-130. В различных родах войск применялись ранцевые радиостанции Р-105М—Р-109М и созданная на их основе радиостанция Р-407 для радиорелейных линий связи. Аппаратура на стержневых лампах широко применялась и в авиации. Вертолёты Ми-8 были оснащены радиостанциями Р-860, а легендарные "кукурузники" АН-2 и вертолёты Ка-26, Ми-2, Ми-8Т — радиостанциями Р-842. 12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарина сопровождала в полёте портативная радиостанция Р-855У, выполненная на пентодах 1Ж29Б и 1П24Б.

На рубеже 50-х и 60-х годов стержневые радиолампы пришли и в гражданский сектор. "Недра-1" (её схема опубликована в [2]) стала первой КВ-радиостанцией СВ-диапазона с SSB для народного хозяйства. Р-126, использо-

Стержневые радиолампы и их применение в технике связи

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

вавшаяся в пограничной службе, получила одноканальный кварцованный вариант 24Р1 "Чиж" для промышленных предприятий. Для нужд Госинспекции связи и органов КГБ армейский пеленгатор "Пеликан" производился под названием "Орёл-1". Основой парка связной техники в системе МВД стало семейство

радиостанций "Марс", аналогичных Р-848 "Марс" (табл. 2). По мере развития полупроводниковой техники сфера применения электровакуумных приборов всё больше сокращалась, и в радиостанциях "Пальма", "Ястреб", "Микрон" на стержневых лампах выполнен только предвыходной каскад передатчика.

Особенности применения радиоламп стержневого типа подробно описаны в [3—5]. Интересно отметить, что, вопреки указанию в руководящих материалах Госкомитета по электронной технике [6], питать экранирующие сетки надо от делителя напряжения, в ряде изделий (Р-126, Р-130/130М, Р-850 и др.) они

Таблица 1

Наименование устройства	Описание	Применяемые типы стержневых радиоламп
Р-105М "Парус-3", Р-108М "Парус-2", Р-109М "Парус-1"	Ранцевые УКВ-радиостанции (21,5...46,1 МГц) ЧМ ротных радиосетей мотострелковых и танковых войск	1Ж18Б, 1Ж17Б, 1Ж29Б-В, 1П24Б-В
Р-107 "Бином"	Ранцевая КВ УКВ-радиостанция (20...52 МГц) ЧМ батальонных радиосетей	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1Ж37Б, 1П24Б
Р-111 "Бином-М"	Возимая УКВ-радиостанция (20...52 МГц) ЧМ средней мощности	1Ж18Б, 1Ж29Б-В, 1Ж37Б, 1Ж24Б, 1П24Б-В
Р-123 "Магнолия", Р-123М "Магнолия-М", Р-123МТ	Танковая УКВ (20...52 МГц) ЧМ радиостанция	1Ж29Б-В, 1П24Б-В
Р-126	Носимая УКВ-радиостанция (48,5...51,5 МГц) ЧМ ротных и взводных радиосетей	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
Р-130 "Самшит", Р-130М "Самшит-М"	Возимая КВ SSB радиостанция батальонных радиосетей	1Ж29Б-В, 1Ж24Б, 1П24Б-В
Р-254 "Звёздочка"	Носимый поисковый УКВ-радиоприёмник (44...50 МГц) ЧМ для ВДВ	1Ж24Б
Р-309 "Ячмень"	Возимый магистральный КВ-УКВ-радиоприёмник (1...36 МГц) AM/SSB	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1Ж37Б
Р-323 "Цифра"	Переносной контрольно-слежечный УКВ (20...100 МГц) AM/ЧМ приёмник	1Ж24Б, 1Ж29Б
Р-326 "Шорох"	Возимый КВ-радиоприёмник AM/SSB	1Ж24Б, 1Ж29Б-В, 1Ж37Б
Р-350М "Орёл"	Портативная КВ-радиостанция CW для спецназа	1Ж29Б, 1П24Б
Р-352 "Сокол"	Носимая УКВ-радиостанция (44...50 МГц) ЧМ для спецназа	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
Р-353 "Протон"	Переносная КВ-радиостанция CW для спецназа	1Ж29Б, 1П24Б
Р-354 "Шмель"	Переносная КВ-радиостанция CW для спецназа	1Ж29Б, 1П24Б-В
Р-359 "Пеликан"	Приёмно-индикаторное устройство (1,5...25 МГц)	1Ж24Б, 1Ж29Б-В, 1Ж37Б, 1П24Б-В
Р-407 "Дятел"	Радиорелейная УКВ-станция (52...60 МГц) ЧМ	1Ж18Б, 1Ж17Б, 1Ж29Б-В, 1П24Б-В
Р-704 "Визир-59"	Приёмно-индикаторное устройство (1,5...25 МГц)	1Ж24Б, 1Ж29Б-В, 1Ж37Б, 1П24Б-В
Р-809М2 "Ангара-М2"	Авиационная переносная УКВ-радиостанция (100...150 МГц) AM	1П24Б-В
Р-842 "Атлас", Р-842М "Атлас-М"	Авиационная бортовая КВ-радиостанция AM	1Ж29Б-В, 1П24Б-В
Р-848, Р-848С "Марс"	Аэродромная УКВ-радиостанция (142...174 МГц) ЧМ	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
Р-851 "Коралл"	Авиационная аварийная КВ-радиостанция AM/CW	1П24Б-В, 1Ж42А, 1Ж29Б-В
Р-855У "Комар"	Авиационная аварийная УКВ-радиостанция (121,5 МГц) AM	1Ж29Б, 1П24Б
Р-860 "Перо"	Авиационная бортовая командная УКВ-радиостанция (118...136 МГц) AM	1Ж29Б-Р, 1П24Б-В

запитаны через гасящие резисторы.

Весьма полезное свойство стержневых ламп состоит в том, что при включении в обратном режиме их характеристики по второй и третьей сеткам симметричны, т. е. в широкой области минусовых напряжений анода изменение этого потенциала влияет только на токораспределение между второй и третьей сетками, а их суммарный ток и ток первой сетки остаются неизменными. Напряжение анода, при котором токи второй и третьей сеток равны, зависит от тока первой сетки и в гораздо меньшей степени от напряжения питания второй и третьей сеток. Это позволяет

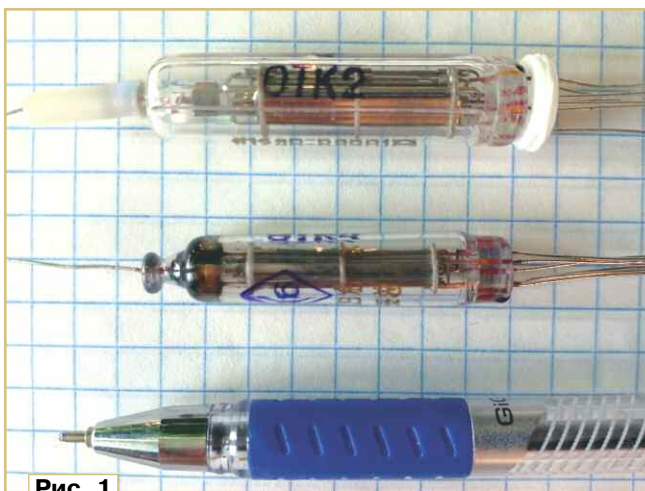


Рис. 1

Таблица 2

Наименование устройства	Описание	Применяемые типы стержневых радиоламп
	Передатчик ИСЗ "Спутник-3" (1958 г.)	1Ж17Б, 1П24Б
43РЗ, 28РЗ, 30РЗ "Марс"	УКВ-радиостанция (148...174 МГц) ЧМ для радиосетей МВД	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
27Р1 "Уран"	Носимая УКВ-радиостанция ЧМ для радиосетей МВД	1Ж29Б, 1Ж24Б, 1П24Б
24Р1, 04Р1 "Чиж"	Носимая УКВ-радиостанция (33...45 МГц) ЧМ	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
59Р4	УКВ-радиостанция (148...174 МГц) ЧМ	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1П24Б
56Р1 – 56Р4, 57Р1 – 57Р4 "Пальма"	УКВ-радиостанция (140...174 МГц) ЧМ	1П24Б
"Муха"	УКВ-радиостанция АМ (125...130 МГц) для планеров	1Ж29Б, 1П24Б
"Залив"	УКВ-приёмник АМ (125 МГц) для парашютистов	1Ж24Б
"Недра-1"	СВ-радиостанция (1,6...2 МГц) SSB	1Ж24Б, 2П5Б
РСО-5, РСО-5М "Полоса"	СВ, КВ-радиостанция SSB	1Ж24Б, 1Ж29Б, 1Ж29Б-Р, 1П24Б
28РТ-50-2-ОМ "Полоса-2" (РСО-30)	КВ-радиостанция SSB	1Ж24Б, 1Ж29Б
5РТ-300-2-ОМ "Родник-2"	КВ-радиостанция SSB	1Ж24Б
"Орёл-1"	Приёмно-индикаторное устройство (1,5...25 МГц)	1Ж24Б, 1Ж29Б-В, 1Ж37Б, 1П24Б-В
"Микрон"	Авиационная бортовая КВ-радиостанция	1П24Б-В
"Ястреб"	Авиационная наземная диспетчерская КВ-радиостанция	1П24Б-В
"Фотон"	Прибор косметический	1П24Б

получить балансный каскад на одной лампе, превосходящий по стабильности обычные балансные каскады на двойных триодах [7]. На этом принципе основана работа лампового электрометра, запатентованного Физико-энергетическим институтом [8].

Некоторые характеристики стержневых ламп (зависимости динамических ёмкостей от напряжения на электродах,

статические характеристики) приведены в [9]. Анодные характеристики и фотографии внутреннего устройства пентодов (рис. 2) можно найти в [10]. Применение ламп в диодном включении описано в статье [11].

Важной спецификой стержневых ламп является высокая чувствительность к электрическим перегрузкам. Даже кратковременные, они приводят к

резкому сокращению срока службы. Важно соблюдать правильную полярность питания катода прямого накала, поскольку переполусовка может вывести лампу из строя. Также важна фильтрация напряжения накала, например, в радиостанции Р-107 уровень пульсаций напряжения накала — 2 мВ. Максимальное значение мощности, рассеиваемой электродами, допустимо только кратковременно. При пайке гибких выводов ламп не следует допускать их изгиба и пайки выводов на расстоянии менее 3 мм от стеклянного корпуса и, кроме того, следует принимать меры, предотвращающие растрескивания и сколы

стекла. Перед пайкой гибких выводов их следует обезжировать погружением в спиртовой раствор канифоли или любым другим способом. Во время пайки рекомендуется применение пинцета, отводящего тепло от выводов в месте впаивания в стекло. Рекомендуется принимать меры, обеспечивающие минимальную температуру баллона лампы (например, улучшение вентиляции, рациональное размещение ламп в блоках, применение теплоотводящих панелей и экранов).

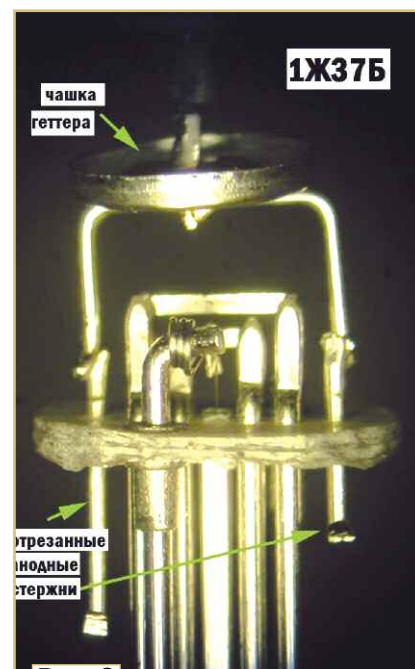


Рис. 2

Анализ представленной в табл. 1 и 2 информации показал, что наиболее "ходовым" в плане применения является пентод 1Ж24Б — пожалуй, одна из самых экономичных радиоламп в мире (наряду с другим стержневым пентодом 1Ж30Б). Ток её накала — всего 13 мА! На этом типе ламп сделаны усилители промежуточной частоты в большинстве указанных радиостанций. Схемотехнически они представляют собой от двух

до четырёх резонансных каскадов с автосмещением или подачей на первые сетки минусового напряжения. В УПЧ радиостанции Р-111 резонансные каскады дополнены апериодическими (резистивными). В Р-350М однокаскадный УПЧ сделан по схеме регенератора и выполняет также функцию детектора телеграфного сигнала.

Специально для смесителей были разработаны пентоды 1Ж37Б с двумя управляющими сетками. Их стержни не соединены в баллоне между собой, и от каждого из них сделаны выводы. При всех условиях эксплуатации этой лампы напряжение экранной сетки не должно превышать напряжения анода (даже кратковременно). Там, где это возможно по условиям применения, следует использовать автоматическое смещение за счёт включения в цепь катода сопротивления соответствующего значения.

В схемах двухсеточных преобразователей частоты применялись лампы с отдельным выводом защитной сетки (1Ж17Б, 1Ж24Б, 1Ж29Б, 1Ж30Б, 1Ж37Б, 1Ж42А). В этом случае на неё подаётся напряжение гетеродина, а на управляющую сетку — напряжение сигнала. Минусовое напряжение смещения устанавливают на обеих сетках.

Для схем с низковольтным батарейным питанием разработаны пентоды 1Ж30Б, 1Ж42А со сверхмалым анодным напряжением (12 В и 6 В соответственно). У них, как и в случае лампы 1Ж37Б, две управляющие сетки, а крутизна — всего 0,65 мА/В и 0,46 мА/В, что сопоставимо с крутизной вольт-амперной передаточной характеристики у полевого транзистора серии КП101. Кроме того, эквивалентное шумовое сопротивление у ламп 1Ж42А достигает 25 кОм, поэтому большого распространения они не получили.

В усилителях мощности высокой частоты большинства радиостанций, представленных в табл. 1 и табл. 2, использованы выходные пентоды 1П24Б и 1П24Б-В, включённые по двухтактной ("Пальма") или одностактной схеме с одной, двумя (Р-353, Р-809М2, Р-850), тремя (Р-350М, Р-354, Р-851) и даже четырьмя ("Ястреб") параллельно соединёнными лампами. Оптимальное сопротивление нагрузки для лампы 1П24Б (1П24Б-В) — около 3,2 кОм. При таком эквивалентном сопротивлении анодного колебательного контура она развивает мощность 1,5 Вт на частоте 50 МГц.

Отдельную категорию стержневых пентодов составляют лампы с повышенной ударопрочностью и малым сроком службы (единицы часов), предназначенные для аппаратуры одноразового применения, например, в ракетных и артиллерийских снарядах. Об истории этих специальных ламп рассказано в [12]. Пентод 1Ж25Р серии "Патрон" — одна из самых ранних стержневых ламп. Его отличительной особенностью является несимметричность конструкции, что позволило предельно уменьшить размер баллона. Развитием этой линейки стал пентод 1Ж26А, а появившиеся в 1961 г. и 1962 г. лампы 1П32Б и 1Ж36Б её подытожили.

Технология производства всех ламп стержневой конструкции осваивалась на опытном заводе при НИИ "Восток". Серийный выпуск также был налажен на Новосибирском электровакуумном заводе "Союз" и построенном специально для выпуска сверхминиатюрных ламп Орловском заводе электронных приборов [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. НЗПП "Восток". История. — URL: https://nzpp.ru/company/history/?PAGEN_1=2 (27.12.23).

2. Вышков Е. Радиостанция "Недра-1". — Радио, 1961, № 1, с. 15—17.

3. Суханов В., Киреев А. Стержневые лампы. Принцип работы и конструкция. — Радио, 1960, № 7, с. 34—38.

4. Суханов В., Киреев А. Стержневые лампы. Особенности применения. — Радио, 1960, № 10, с. 49—52.

5. Особенности применения приёмно-усилительных ламп. Б. А. Говоров, В. И. Кричевский, Н. Л. Новикова и др. — М.: Советское радио, 1966.

6. Руководство по применению приёмно-усилительных ламп. — М.: Государственный комитет по электронной технике СССР, 1964.

7. Грибанов Ю. И. Измерения в высокоомных цепях. — М., Л.: Энергия, 1967, с. 85, 86.

8. Авторское свидетельство СССР 205892. Ламповый электромметр. Грибанов Ю. И., Фесенко Г. Н. Заявл. 10.05.1966. Оpubл. 02.12.1967.

9. Королёв В. И., Кучумов А. И. Усилители-ограничители. — М. Энергия, 1976, с. 26, 27.

10. Russian Subminiature Tubes. — URL: https://www.radiomuseum.org/forum/russian_subminiature_tubes.html (27.12.23).

11. Ройтман М. С., Цибульский В. Р., Крамнюк А. И. О возможности использования стержневых радиоламп в качестве насыщения диодов для компарирования токов и напряжений / Известия Томского Политехнического Института. — Томск, 1972. — Т. 194, с. 17—22.

12. Чечнев А. Особопрочные радиолампы Министерства связи и Министерства сельскохозяйственного машиностроения. — Радио, 2022, № 1, с. 27—32.

13. Кулибабин Г. В. Из истории Орловского завода электронных приборов (ОРЗЭП) или как делали радиолампы. — URL: http://www.krissgroup.ru/news/articles/article_06.php (27.12.23).

ОБМЕН ОПЫТОМ

Ремонт детского музыкального синтезатора

И. АНДРИАНОВ, г. Измаил Одесской обл.

Не так давно один мой знакомый попросил починить китайский детский музыкальный синтезатор. Аналогичные синтезаторы выпускаются под разными названиями. В памяти этого синтезатора заложены полтора десятка мелодий, есть функция караоке, также его можно использовать в режиме простого электронного музыкального инструмента. И вот всё это

устройство неожиданно замолчало. Дочка-школьница знакомого очень расстроилась. Папа попробовал обратиться к "профессионалу", но тот "вежливо" отказал, сославшись на "большую занятость". Тогда отец юной музыкантши вспомнил о знакомом радиолюбителе, т. е. авторе этих строк.

Своё "расследование" я начал с электропитания. Сначала проверил



Рис. 1



Рис. 2

блок питания (адаптер). Он выдавал положенные 6 В. Потом вставил в батарейный отсек четыре гальванических элемента типоразмера АА (рис. 1). Однако на перевод выключателя в положение ON ("Включено") синтезатор никак не отреагировал.

Корпус синтезатора состоял из двух половин, изготовленных из тонкой черной пластмассы. Они скреплены 17 винтами, которые необходимо вывинтить при разборке, не потеряв и закрутить обратно при сборке. Внутри размещены несколько печатных плат: стабилизатор напряжения (понижает напряжение 6 В до 3,9 В), выключатель (на ней смонтирован сам "виновник"), собственно син-

тезатор (выполнен на бескорпусной микросхеме, залитой каплей компаунда), платы части клавиш управления и платы нотных клавиш (рис. 2).

Следующим "подозреваемым" оказался сам выключатель питания. Подозрение подтвердилось частично, поскольку сам выключатель оказался в порядке, а вот небольшая печатная плата, на которой он смонтирован, — нет. В результате усилий, прилагаемых нежной девичьей ручкой, один печатный проводник был полностью разорван, а от другого контакт выключателя попросту отошел (таково было качество пайки!). Разорванный печатный проводник был восстановлен с помощью лужё-

ного медного провода диаметром 0,6 мм, а второй контакт выключателя основательно пропаян (рис. 3). После этого музыкальный синтезатор заработал как новенький. Надеюсь, что теперь выключатель будет работать надёжно.

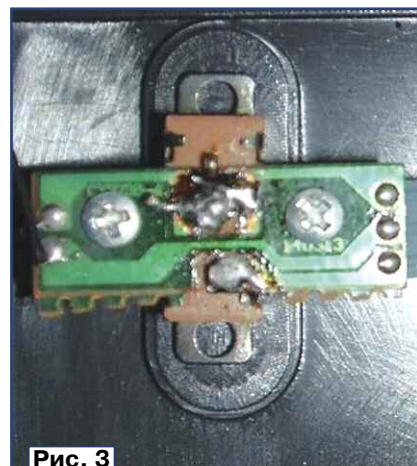


Рис. 3

История с этим синтезатором показала ещё раз после истории с ремонтом ноутбука, которая описана в статье автора "Ремонт блока питания ноутбука Asus Eee PC4G" в "Радио", 2022, № 9 на с. 40, что очень часто причиной отказа сложной бытовой аппаратуры являются простые элементы цепей питания — соединительные кабели и выключатели.

Ремонт индукционной плиты Kitfort KT-109

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Современная бытовая техника содержит много электронных компонентов, поэтому зачастую её ремонт сводится к поиску неисправности именно в электронной части с последующей заменой вышедших из строя компонентов. В статье приводится описание ремонта "на скорую руку" индукционной настольной плиты Kitfort KT-109. Эта плита двухконфорочная, и у неё вышла из строя одна из конфорок. Но пока немного о конструкции. Обе конфорки — полностью независимые, и каждая состоит из основной платы, с которой соединена индукционная катушка, и платы управления и индикации. На каркасе индукционной катушки установлен резистивный датчик температуры, который с помощью теплопроводящей пасты имеет тепловой контакт со стеклянной варочной панелью.

На основании плиты установлен охлаждающий вентилятор. На основной плате с маркировкой XR-M03-B (рис. 1)

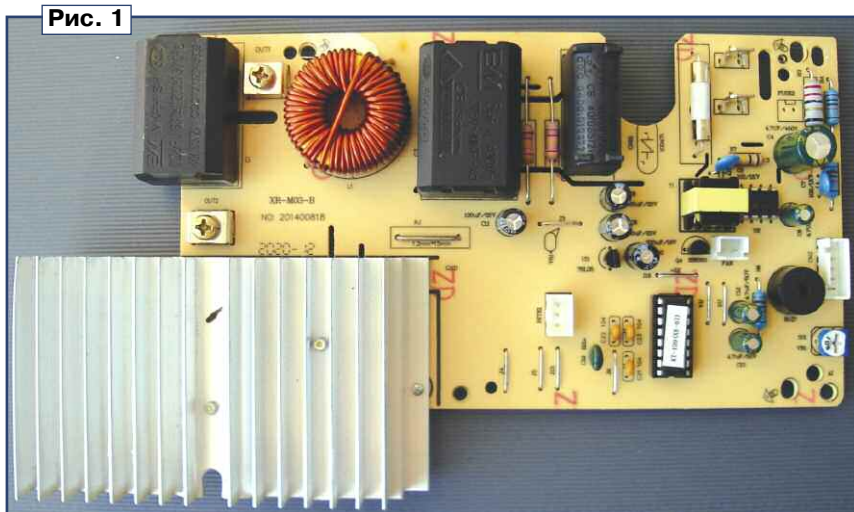


Рис. 1

размещены маломощный импульсный блок питания (ИБП), управляющий микроконтроллер и элементы мощного выпрямителя. Диодный мост мощного выпрямителя и мощный транзистор установлены на ребристом теплоотводе.

Маломощный ИБП собран на микросхеме DZ-12A в корпусе DIP-8 (аналог — микросхема VPer12A) обеспечивает стабилизированным напряжением 5 В микроконтроллер и плату индикации и управления, а напряжением 18 В — вентилятор и транзисторный драйвер, управляющий мощным транзистором.

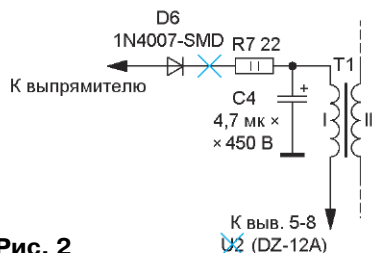


Рис. 2



Рис. 4

ход из строя одного элемента часто приводит к порче других, в результате

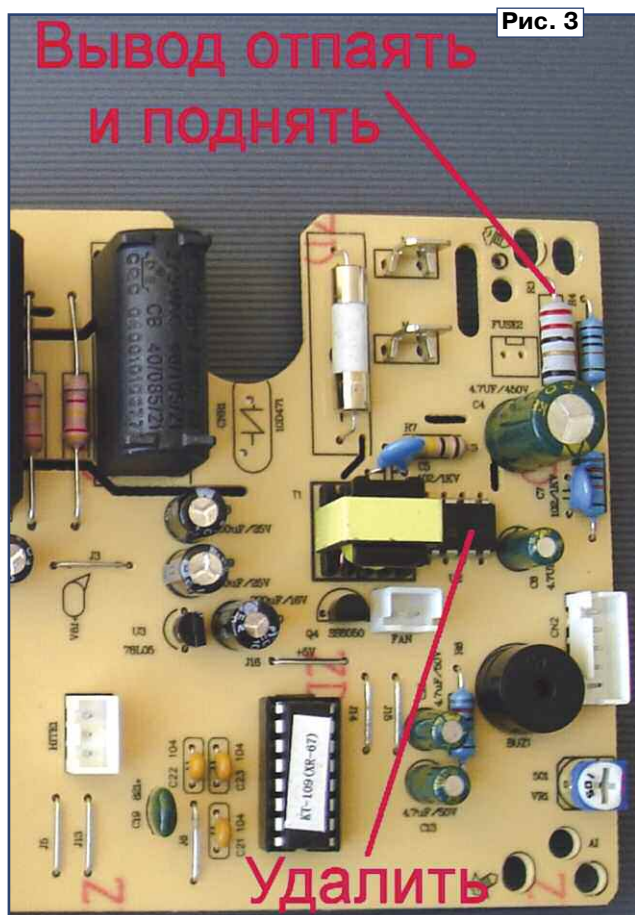


Рис. 3

Измерения показали, что упомянутые напряжения отсутствуют, что говорит о неисправности ИБП. Неисправной оказалась микросхема DZ-12A. Прозвонка показала, что выводы 3 и 4 этой микросхемы внутри закорочены с выводами 1 и 2. В наличии такой микросхемы или её аналога не было, а приобрести их быстро можно не везде и не всегда. Кроме того, в импульсных блоках питания вы-

сые доработки (выделены синим цветом) показаны на рис. 2. Нумерация элементов приведена в соответствии с маркировкой на плате. Здесь потребуются удалить неисправную микросхему, а также отпаять и поднять над платой один из выводов резистора (рис. 3).

Поскольку ремонтируемая плата содержит две одинаковые конфорки, можно запитать неисправную плату от

второй исправной. Однако как при этом поведёт себя исправный ИБП, проверить не хотелось. Поэтому был начат поиск подходящего малогабаритного ИБП, который можно было использовать. Но сначала потребовалось разобраться, какие напряжения необходимы для питания основной платы. Дело в том, что напряжение 18 В для питания драйвера и вентилятора поступает непосредственно с выпрямителя, подключённого к одной из обмоток импульсного трансформатора ИБП. Напряжение 5 В снимается с выхода стабилизатора напряжения на микросхеме 78L05, которая питается от другого выпрямителя с выходным напряжением около 10 В. Поэтому было принято решение использовать одно напряжение 16 В, которого должно хватить для всех потребителей. Это упростило бы дополнительный ИБП.

Под рукой оказалось старое исправное зарядное устройство (ЗУ) от сотового телефона с выходным напряжением 6 В и током до 400 мА (рис. 4). Оно собрано по классической схеме на

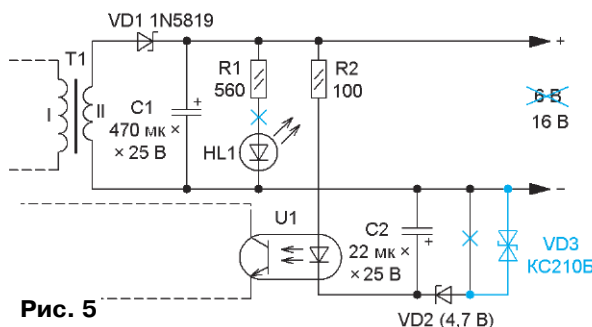


Рис. 5

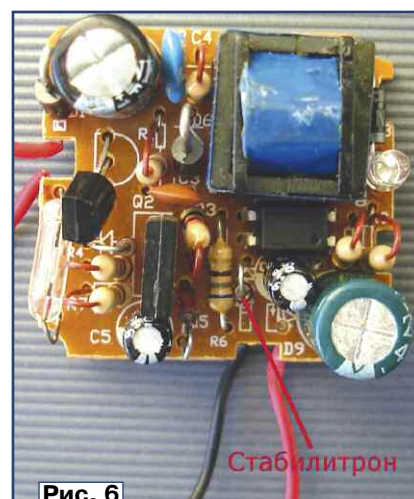


Рис. 6

транзисторе, импульсном трансформаторе и с транзисторным оптроном в цепи обратной связи. Плата ЗУ была извлечена из корпуса. Чтобы увеличить выходное напряжение этого ЗУ, последовательно со стабилизатором VD2 (рис. 5) надо установить дополнительный стабилитрон на напряжение 10 В. Нумерация элементов произвольная. Поскольку светодиодная индикация теперь не нужна, резистор R1 или светодиод HL1 удаляют. Можно отпаять и поднять над платой один из выводов резистора

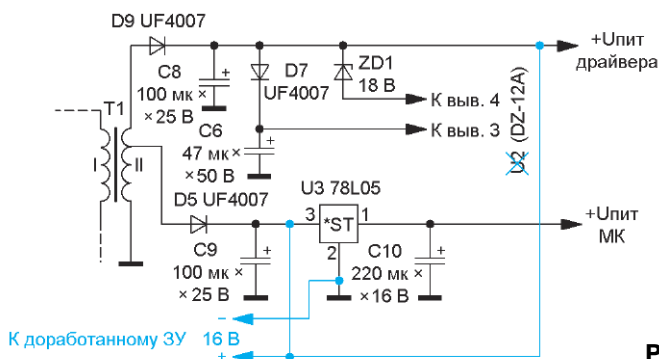


Рис. 7

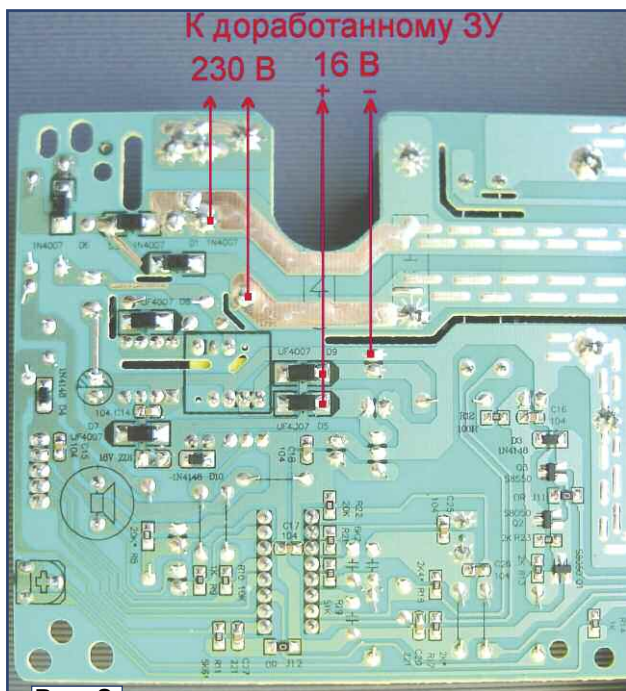


Рис. 8

сторы R1. Расположение стабилитрона VD2 показано на рис. 6. Удачным в этом случае оказалось то, что применены конденсаторы C1 и C2 с номинальным напряжением 25 В, что не потребовало их замены на более высоковольтные. При аналогичной доработке других ЗУ от сотового телефона это следует учесть.

Поскольку использованное ЗУ будет работать на пределе своих возможностей, такой ремонт следует считать как временное решение. Для надёжной продолжительной работы требуется дополнительного блока питания должна быть 5 Вт и более.

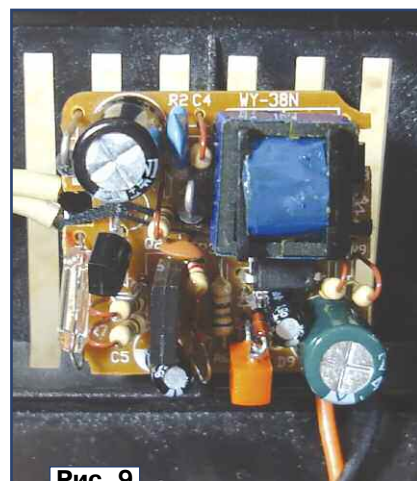


Рис. 9

Теперь надо подключить доработанное ЗУ к основной плате. Схема подключения показана на рис. 7, все изменения показаны цветом. Кроме того, надо подать сетевое напряжение на вход доработанного ЗУ. Места подключений к основной плате показаны на рис. 8. Максимальный ток, потребляемый основной платой, — около 180 мА, при этом большая часть приходится на вентилятор.

Плата ЗУ легко помещается в корпусе платы, лучше всего закрепить её на задней стенке корпуса (рис. 9), чтобы она обдувалась потоком воздуха от вентилятора.

Так получился ремонт на "скорую руку", он занял всего несколько часов. После приобретения микросхемы можно провести настоящий ремонт, но, возможно, кто-то захочет оставить плату и с такой доработкой. Очевидно, что так можно временно отремонтировать и некоторые другие электронные бытовые приборы.

Измерение тока зарядки Li-ion аккумуляторов

А. ПАНЬШИН, г. Москва

В настоящее время для зарядки встроенных в различные гаджеты Li-ion аккумуляторов широко используются зарядные устройства (ЗУ) с четырёхконтактным USB-разъёмом (гнездом) типа А. В это гнездо вставляют соединительный кабель, второй конец которого подключают в заряжаемое устройство. В этом разъёме на контакт 1 подаётся напряжение +5 В, на контакт 4 — 0 В (общий). В статье [1] был описан способ измерения выходного напряжения ЗУ и устранения некоторых их неисправностей. Для этого были изготовлены самодельные технологические разъёмы.

В некоторых случаях требуется измерить зарядный ток аккумулятора. Если

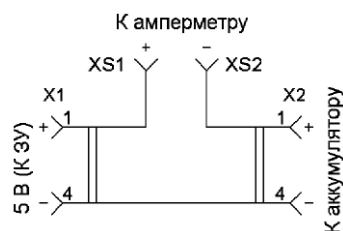


Рис. 1

есть лишний соединительный кабель, его можно доработать, подключив в

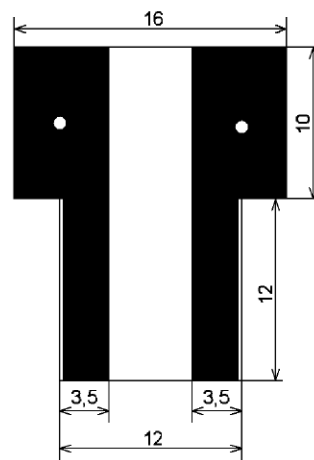


Рис. 2

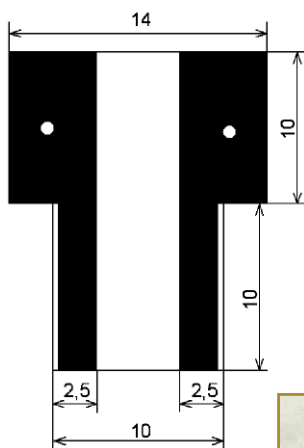


Рис. 3

разрыв одного из проводов питания измерительный прибор, амперметр или мультиметр. Но можно сделать два несложных технологических разъёма. Один разъём вставляют в розетку USB-разъёма типа А установленного в ЗУ, другой — в вилку USB-разъёма типа А соединительного кабеля. Оба технологических разъёма соединены проводами, в разрыв плюсового провода установлены гнезда для подключения щупов амперметра. Схема соединений показана на рис. 1.

Разъёмы изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж разъёма для подключения в гнездо ЗУ показан на рис. 2, чертёж разъёма для подключения к кабелю показан на рис. 3. На тыльные стороны разъёмов наклеены отрезки текстолита толщиной 1 мм размерами 12×12 мм и 10×10 мм соответственно. Толщина контактной площадки разъёма, подключаемой к вилке соединительного кабеля, должна быть 2,3 мм, поэтому толщину отрезка текстолита размерами 10×10 мм, наклеенного на тыльную сторону этого разъёма, наждачной бумагой или надфилем

уменьшают на 0,2 мм. На места паяк проводов надеты отрезки термоусаживаемой трубки для фиксации проводов и исключения случайных замыканий. Изготовление этих USB-разъёмов требует не больше времени, чем при использовании готовых разъёмов, но цена вилки и розетки USB-разъёма может быть существенной [2]. На рис. 4 показана получившаяся конструкция.

Причинами уменьшения зарядного тока при исправном ЗУ могут быть неисправности аккумулятора или контроллера зарядки, загрязнение или окисление контактов USB-разъёмов, применение нештатного ЗУ меньшей мощности, чем требуется для зарядки аккумулятора. Для их устранения следует заменить неисправные изделия. Об очистке USB-разъёмов написано много, самый простой способ — несколько раз соединить и разомкнуть разъёмы, а у розетки USB-разъёма типа А ещё можно незначительно отогнуть иголкой прижимные пружины внутри разъёма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паньшин А. Опыт ремонта зарядного устройства сотового телефона. — Радио, 2023, № 12, с. 26, 27.
2. USB-разъём на кабель. — URL: <https://clck.ru/37LjX6> (29.12.23).

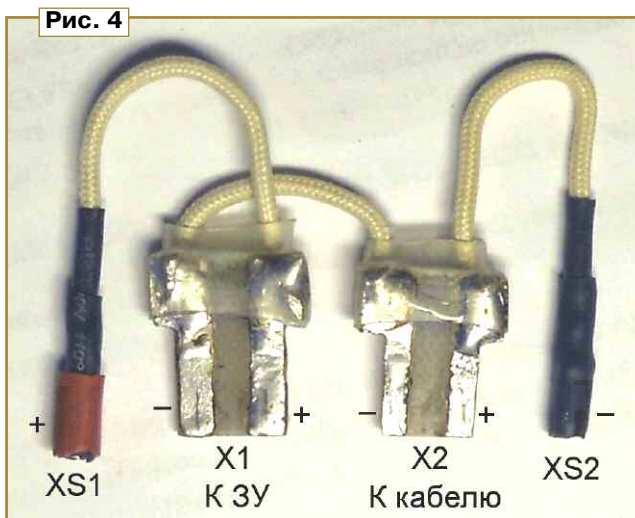


Рис. 4

НЧ-генератор синусоидального сигнала с фиксированными частотами и малыми искажениями

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

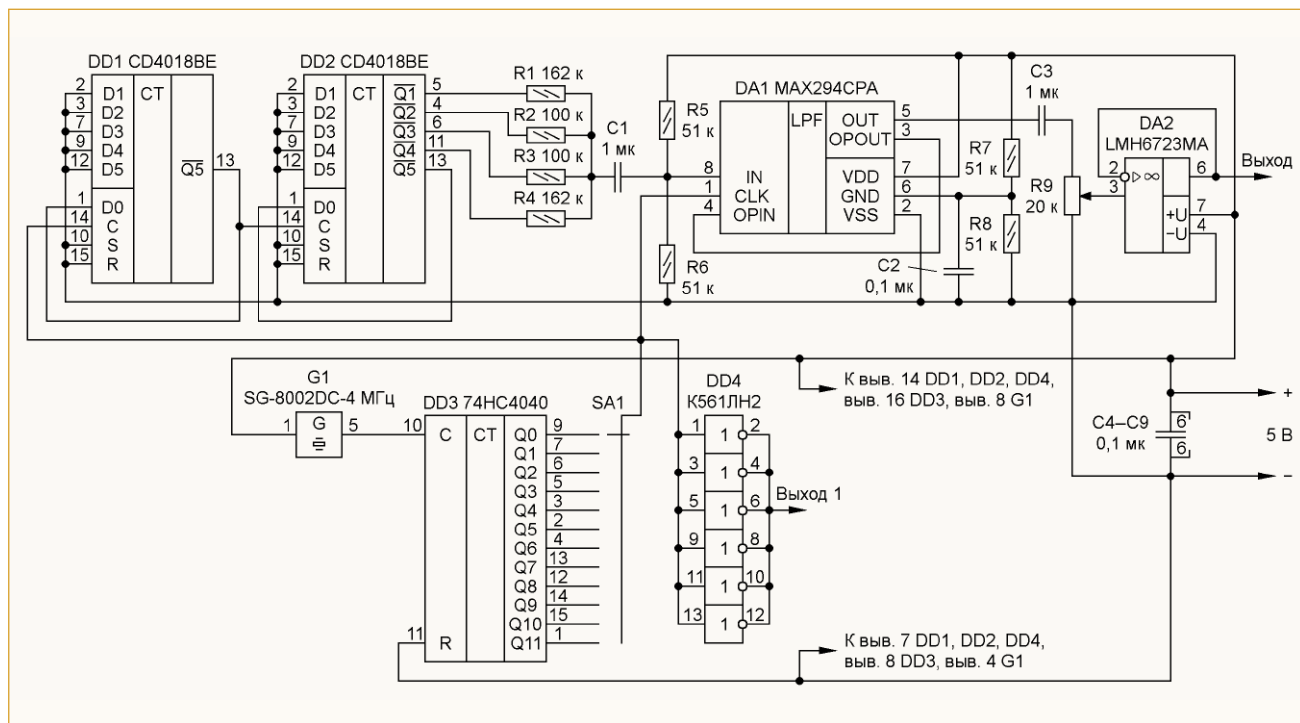
Различные усилители звука, как микрофонные, так и мощные оконечные УМЗЧ, нуждаются при наладке в эталонном сигнале. Многие радиолюбители испытывают УНЧ, просто коснувшись пальцем входа или подав музыкальную мелодию от ПК или смартфона, более продвинутые радиолюбители запускают специальные тестовые программы, но можно собрать малогабаритный тестовый генератор с малыми искажениями сигнала, чтобы раз и навсегда решить этот вопрос.

Схема такого генератора изображена на рисунке. Генератор выдаёт сигналы 12 фиксированных частот в диапазоне 10 Гц...20 кГц. Отличительная особенность генератора — высокая стабильность частоты и амплитуды

синусоидального сигнала, низкие искажения сигнала — $\leq 0,01\%$ и удобство в работе. В устройстве применяется фильтрация тактовых прямоугольных импульсов заданной частоты (App note: Low-cost circuit converts clock to low-distortion sinewave. — URL: <http://dangerousprototypes.com/blog/2011/05/07/app-note-low-cost-circuit-converts-clock-to-low-distortion-sinewave/>). Для этого в начале необходимо разделить тактовую частоту до требуемой звуковой частоты, а затем подавить гармоники. Например, прямоугольный сигнал со скважностью 2 содержит только нечётные гармоники (третью, пятую, седьмую и т. д.), а их амплитуды уменьшаются с частотой. Амплитуда третьей гармоники

равна 1/3 амплитуды основной гармоники, пятой — 1/5 амплитуды основной гармоники и т. д. Сначала ослабляются нежелательные гармоники входного сигнала с самой большой амплитудой (ниже девятой) с помощью счётчика DD2 и суммирующей цепи из резисторов R1—R4.

Эллиптический фильтр нижних частот восьмого порядка с переключаемыми конденсаторами DA1 (MAX294CPA) удаляет большую часть оставшихся гармоник. Граничная частота (частота среза) фильтра DA1 устанавливается входным тактовым сигналом как Fclk/100. Счётчик DD1 делит входной тактовый сигнал на десять. Второй счётчик (DD2) также делит частоту на десять, но сигналы на его выходах сум-



мируются цепью резисторов R1—R4, чтобы получить девятиступенчатую аппроксимацию синусоиды. Этот сигнал дополнительно фильтрует НЧ-фильтр DA1, который ослабляет все гармоники. Входной сигнал (сигнал на входе CLK) служит тактовым сигналом для DA1, задающим частоту среза фильтра. Для достижения наименьшего искажения сигнала на входе IN микросхемы DA1 должна быть половина напряжения питания, а его входной сигнал уменьшен до пикового значения 2,2 В. Это ослабление достигается с помощью делителя напряжения, состоящего из выходного сопротивления суммирующей цепи и входного сопротивления фильтра — сопротивление резисторов R5 и R6, соединённых параллельно.

Выходной синусоидальный сигнал генератора буферизируется повторителем DA2 (LMH6723), при этом максимальный выходной ток может достигать 115 мА. Переменным резистором R9 устанавливают уровень выходного сигнала. Этот резистор должен иметь логарифмическую характеристику изменения сопротивления.

Тактовый кварцевый генератор с выходной частотой 4 МГц — микросхема SG-8002DC-4 МГц (G1). Частота тактового генератора делится последовательно двенадцатиразрядным счётчиком-делителем DD3 (74HC4040). В итоге получаются 12 различных частот в диапазоне, приблизительно от 1 кГц до 2 МГц. Соседние частоты отличаются друг от друга в два раза. Двенад-

цати частот вполне достаточно для налаживания НЧ-аппаратуры, хотя при желании можно применить генератор с плавной регулировкой частоты, но при этом усложняется схема и потребуются встраиваемый частотомер.

На "Выход 1" через буфер на элементах микросхемы DD4, соединённых параллельно, поступает сигнал прямоугольной формы со счётчика-делителя DD3 частотой приблизительно от 1 кГц до 2 МГц. Этот сигнал можно использовать при налаживании цифровых устройств.

Чтобы исключить налаживание генератора, резисторы R1—R4 должны иметь допуск по номиналу не более 1 %. Остальные резисторы — с допуском 5 %. Конденсаторы — керамические. ■

Стенд для оперативной проверки БТИЗ и МОП-транзисторов

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

Появившийся в середине 80-х годов прошлого столетия биполярный транзистор с изолированным затвором (БТИЗ — Insulated Gate Bipolar Transistor — IGBT) в настоящее время широко применяется в различной радиоэлектронной аппаратуре, в первую оче-

редь, в силовой полупроводниковой технике. БТИЗ представляет собой гибридный полевой и биполярный транзисторы. На рис. 1 показаны упрощённая эквивалентная схема такого транзистора и его УГО. На входе установлен маломощный полевой транзистор с изолирован-

ным затвором, управляющий мощным биполярным транзистором в силовой цепи. Сопротивление канала полевого транзистора ограничивает ток базы биполярного транзистора. Дiod, включённый параллельно биполярному транзистору, защищает его от напряжения

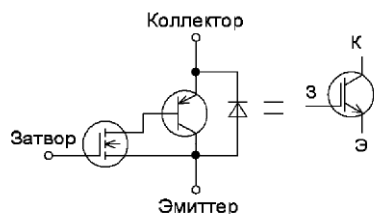


Рис. 1

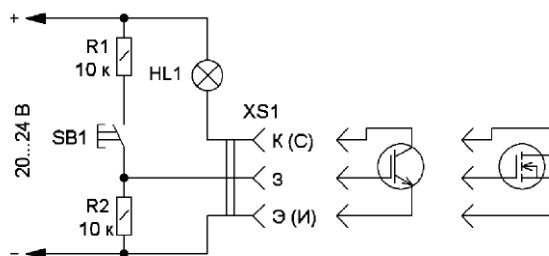


Рис. 2



Рис. 3

обратной полярности.

Благодаря такой структуре БТИЗ (IGBT) сочетает в себе достоинства как полевого, так и биполярного транзистора — это малая мощность управляющего сигнала, большой ток и напряжение в силовой коммутируемой цепи. Все эти достоинства обусловили широкое применение БТИЗ (IGBT) в силовой электронике, которые во многих случаях почти полностью вытеснили

такие приборы, как тиристоры. В частности, эти транзисторы применяются в современных сварочных аппаратах, где устанавливают параллельно несколько штук. Наиболее распространёнными являются варианты транзисторов в корпусах ТО-247 и ТО-3Р.

Проверка БТИЗ (IGBT) на исправность с помощью мультиметра не даёт однозначного результата ввиду особенностей его строения. Можно только проверить цепь затвора на наличие КЗ и "прозвонить" встроенный диод. Поскольку отпирающее напряжение на затворе, как правило, превышает несколько вольт, для проверки на исправность БТИЗ (IGBT) был изготовлен специальный стенд, схема которого показана на рис. 2. Он питается от внешнего источника постоянного напряжения



Рис. 4

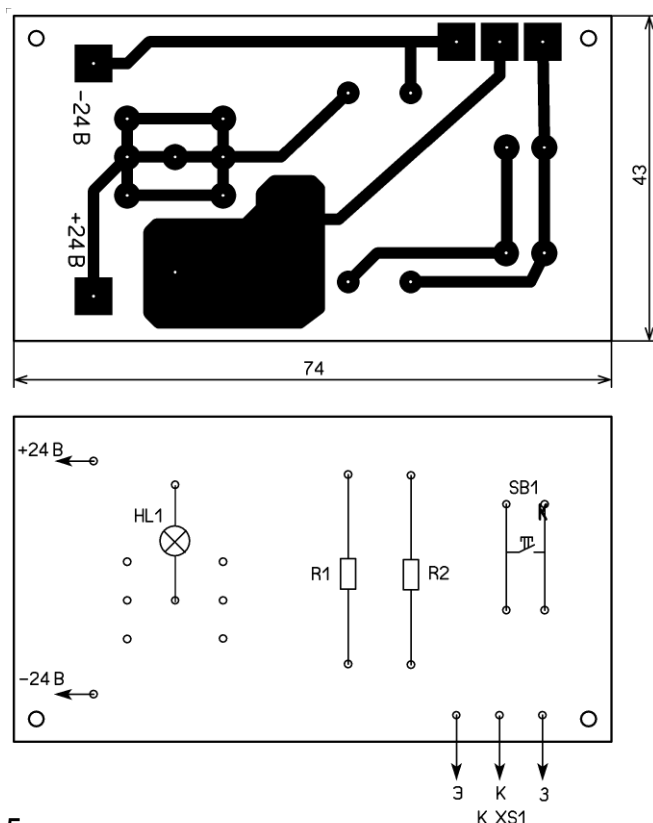


Рис. 5

20...24 В. В качестве нагрузки транзистора использована индикаторная лампа накаливания HL1. Управляющее напряжение на затвор поступает через делитель напряжения R1R2 при нажатии на кнопку SB1. Проверяемые транзисторы вставляют в разъём XS1 стенда (рис. 3). Шаг гнезд разъёма соответствует расстоянию между выводами испытуемого транзистора. Если транзистор исправен, при нажатии на кнопку лампа должна загореться (рис. 4), поскольку на затвор поступит открывающее напряжение 10...12 В. Если лампа светит независимо от того,

замкнуты контакты кнопки или нет, значит, пробит биполярный транзистор или встроенный диод. Если лампа не включается при нажатии на кнопку, неисправна входная цепь, полевой транзистор или сгорел биполярный транзистор.

Применение этого стенда значительно сокращает время на проверку БТИЗ (IGBT), но с его помощью можно проверять на работоспособность и полевые МОП-транзисторы (MOSFET). При указанной на рис. 2 полярности питающего напряжения можно проверять МОП-транзисторы с n-каналом. Для проверки МОП-транзисторов с p-каналом надо поменять полярность питающего напряжения.

Поскольку стенд содержит мало деталей, для его изготовления можно применить макетную печатную плату или простую плату из текстолита с применением проводного монтажа. При желании можно изготовить и одностороннюю печатную плату из текстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой и схема размещения элементов показаны на рис. 5.

В конструкции применены резисторы МЛТ, лампа накаливания —



Рис. 6

МН26-0,12, кнопка SB1 — SWT-5 или подобная малогабаритная с самовозвратом. Для подключения испытываемых транзисторов использован гнездовой разъём РП10-22, где последняя

цифра означает число контактов. Есть разновидности на 7, 11 и 15 контактов. Он закрепляется на плате с помощью металлического или пластмассового уголка. Разъём подойдёт любой из упомянутых или любой другой, который имеется в наличии и подходит для подключения транзистора. Можно обойтись и без одного общего разъёма, применив зажимы "крокодил" с проводами. Размеры платы зависят от типа применённого разъёма.

Если нет соответствующего патрона для лампы накаливания, её крепят к плате с помощью отрезка медного провода толщиной 1 мм, согнутого в кольцо. Его обматывают вокруг цоколя и припаивают к контактной площадке, а центральный вывод цоколя можно припаять тонкой проволокой к контактной площадке, как показано на рис. 6.

От редакции. По адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/stend.zip> имеется файл чертежа печатной платы.

Вторая "жизнь" "мышки"

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Конечно же, речь пойдёт о компьютерном манипуляторе — "мышке". Не секрет, что в связи с появлением оптических компьютерных "мышей", а также беспроводных, осталось невостребованным большое число старых проводных "мышей" (двух- и трёхкнопочных, с шариком).

Судя по собственному опыту, могу сказать, что корпус и его оформление — это, как правило, половина всего объёма работы по конструированию самодельного электронного устройства. Даже в настоящее время, при отсутствии дефицита радиокомпонентов, который был во времена СССР, весьма непросто приобрести подходящий и желательный недорогой корпус для размещения самодельного электронного устройства. Корпус старой, неисправной или ненужной компьютерной "мыши" с успехом можно использовать в качестве такого корпуса.

Прежде всего, корпус и провод "мыши" следует очистить от загрязнений с помощью мыльной воды и (или) технического спирта. После разборки корпуса следует прозвонкой, затем более точно — цифровым омметром, проверить состояние нормально разомкнутых контактов микропереключателей. Если при нажатии на толкатель сопротивление замкнувшейся контактной группы достаточно велико (более 1 Ом), следует аккуратно, не выпаивая проб-

лемный микропереключатель из платы, снять верхнюю крышку его корпуса. Очень важный момент — до снятия верхней крышки корпуса микропереключателя (далее — ВККМ) следует наклеить на толкатель и часть ВККМ полоску липкой ленты (размерами 5×10 мм) и плотно прижать её к корпусу ВККМ. Это предотвратит возможный "полёт" толкателя в неизвестном и весьма произвольном направлении в процессе снятия-установки ВККМ. Плату следует положить на горизонтальную поверхность, покрытую картоном или толстой газетой, во избежание оставления царапин на этой поверхности. Операцию по снятию ВККМ очень удобно производить с помощью металлической медицинской иглы толщиной 2 мм. Острым концом такой иглы следует подцепить одно ушко ВККМ, приподнять и сместить его относительно защёлки на корпусе, одновременно смещая ВККМ вбок относительно продольной оси микропереключателя (рис. 1—рис. 3, на фото — ушко зелёного цвета, защёлка — белая точка).

Придерживая пальцами ВККМ от защёлкивания, аналогично острым концом этой иглы следует поддеть другое ушко ВККМ. При этом необходимо внимательно следить за тем, чтобы смещаемая ВККМ не задела подвижный контакт микропереключателя и не сорвала его с посадочного места, по-

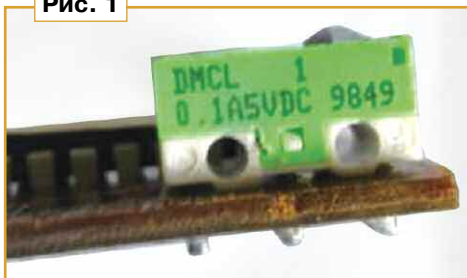
скольку восстановить нормальную работу этого подвижного контакта бывает весьма непросто. К тому же, в случае возможного "полёта" этого подвижного контакта в неизвестном направлении, вся ранее сделанная работа теряет смысл, и микропереключатель придётся заменять новым.

Если снятие ВККМ с защёлок прошло успешно, переворачиваем плату печатными проводниками вверх и осторожно снимаем ВККМ, при этом следим, чтобы толкатель остался на месте. Далее — чистим нагар (окисел) контактной группы 2-3 (рис. 4) концом тонкой иглы от шприца. Желательно также дополнительно почистить заточенной спичкой с тонким слоем ваты, смоченной спиртом, придерживая пальцами другой руки подвижный контакт микропереключателя от смещения. Для чистки можно также использовать полоску бумаги, смоченную спиртом.

Нажимая ногтем на подвижный контакт в месте воздействия толкателя, замеряем сопротивление контактной группы 2-3 омметром. Если оно больше 1 Ом, вновь применяем тонкую медицинскую иглу, проходя острым её концом слева и справа, где на рис. 4 отмечено "Чистить". Наждачную бумагу желательно не использовать, чтобы абразив не внедрился в контактируемые поверхности. Если сопротивление контактной группы 2-3 равно 0,1...1 Ом, микропереключатель можно собирать обратно, убедившись, что толкатель остался на месте, повернув плату печатными проводниками вверх и вставляя снизу вверх снятую часть корпуса микропереключателя. Так делается исключительно для того, чтобы толкатель случайно не выскочил из своего отверстия и не потерялся, ибо вручную вытаскивать такой толкатель "с нуля" — весьма долгое и неблагоприят-

ное занятие. После сборки микропереключателя, на всякий случай, следует повторно проверить омметром сопротивление контактной группы 2-3 микропереключателя. Если в устройстве будет задействована контактная группа 1-3, следует почистить и проверить и эти контакты. Если сопротивление контактных групп микропереключателя в норме, снимаем полоску липкой ленты с ВКМ. Если вдруг повреждено одно ушко ВКМ, после сборки микропереключателя следует зафиксировать

Рис. 1



не корпуса "мыши", они могут пригодиться для возможного последующего закрепления встраиваемого в этот корпус малогабаритного аккумулятора как источника питания конструируемого электронного устройства. Часто удаётся установить плоский аккумулятор от сотового телефона поперёк корпуса "мыши" с фиксацией только за счёт зацепления за пластик, даже без использования термоклея.

В случае конструирования несложных устройств в качестве печатной платы можно использовать плату

Рис. 2

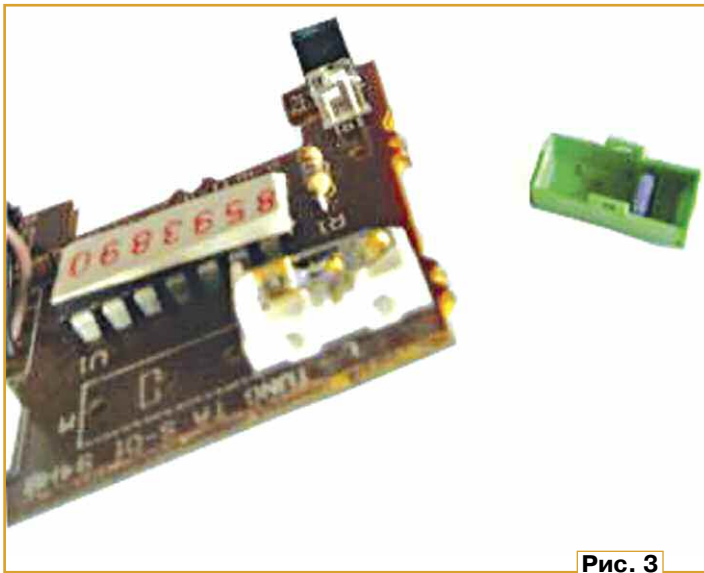
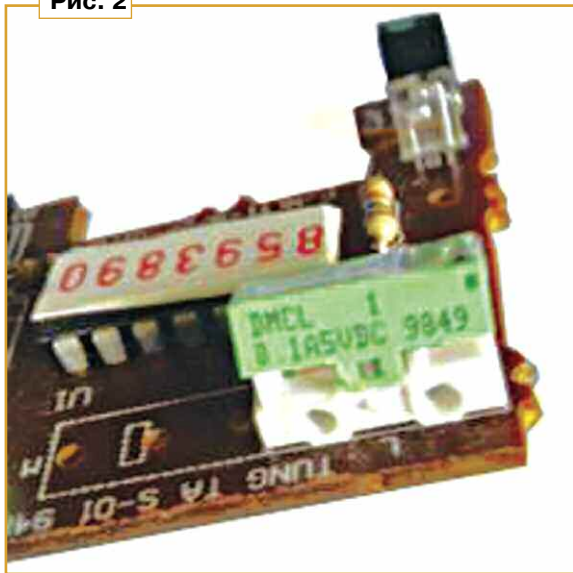


Рис. 3

ушко каплей термоклея или любого клея на резиновой основе.

Кстати, очень часто (с вероятностью примерно 95 %) после вышеуказанной операции "мышь" становится исправной. Если "мышь" будет использоваться по своему прямому назначению, с компьютером, то следует с помощью ватной палочки и спирта обезжирить

Если всё-таки решено использовать корпус "мыши" для размещения самодельного электронного устройства, с платы "мыши" следует удалить все компоненты, за исключением микропереключателей, колеса прокрутки и гнезда подключения соединительного провода. Также удаляют шарик, пластиковые оси и прочие уже ненужные компонен-

"мыши". В таком случае следует внимательно осмотреть эту плату, возможно, даже сфотографировать и в увеличении распечатать на принтере фотографию платы со стороны печатных проводников, чтобы по максимуму использовать уже имеющиеся на плате печатные проводники и снизить число необходимых перемычек. Расположение деталей конструируемого устройства следует адаптировать к имеющимся печатным проводникам используемой платы "мыши", в случае необходимости печатные проводники следует перерезать скальпелем, а также установить необходимые перемычки и стойки.

Можно также сделать небольшую печатную плату с расположением печатных проводников сверху, чтобы сразу к ним припаивать выводы деталей, а саму эту печатную плату после проверки работоспособности устройства приклеить сверху на свободное место платы "мыши" с помощью любого клея на резиновой основе.

Колесо прокрутки "мыши" при соответствующем закреплении переменного резистора на кронштейне и подгонке длины его ручки, например, можно использовать в качестве регулятора громкости или ещё каких-либо параметров устройства, а при аккуратной замене одного микропереключателя на малогабаритную кнопку с фиксацией и подгонке длины толкателя клавиши обойтись без сверления корпуса и доработки отверстия под кнопку или

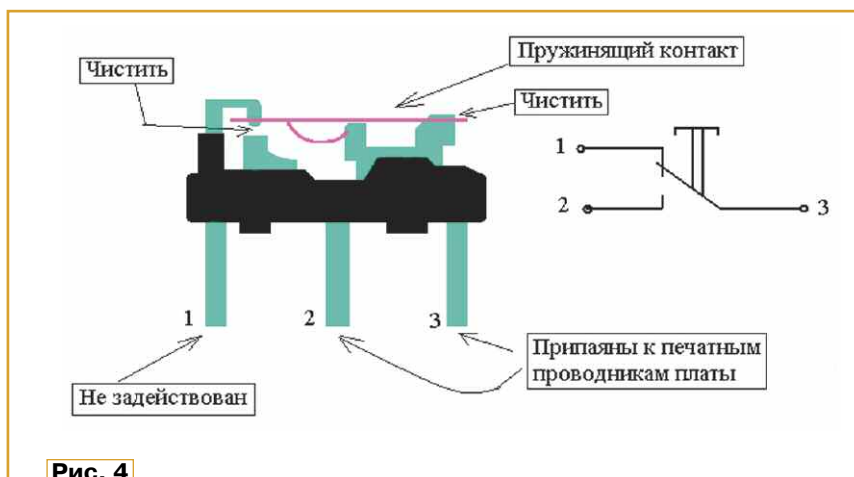


Рис. 4

шарик и пластиковые оси и, в случае необходимости, механически удалить с них грязевые и жировые отложения и намотавшиеся волосы.

Шнур "мыши" вынимают из гнезда на плате или отпаивают от платы. Не следует торопиться удалять пластиковые стенки и стойки на нижней полови-

выключатель питания. В случае установки переменного резистора с выключателем кнопка включения питания уже становится не нужна.

В качестве встраиваемого в корпус "мыши" аккумулятора с успехом можно использовать подходящий по размерам плоский литий-ионный аккумулятор от сотового телефона с номинальным напряжением 3,6...3,9 В и обязательно с встроенной платой защиты.

Для зарядки встроенного аккумулятора "мыши" от любого USB-порта или

розетки F4 6J (VD1) с суммарным падением напряжения 576 мВ.

Токоограничивающий резистор R1 подбирают по оптимальной яркости свечения индикаторного светодиода HL1 с таким расчётом, чтобы ток через этот светодиод не превысил 10 мА.

Цоколёвка разъёма XP1 на схеме показана для штекера USB 2.0 (А). Вместо такого штекера можно применить аналогичное ответное гнездо или, например, гнездо USB 2.0-micro, однако в этом случае придётся выпиливать в

контакты микропереключателей "мыши". Время работы этого таймера определяется номиналами резистора R3 и конденсатора C1. При указанных на схеме номиналах резистора R3 и конденсатора C1 время работы такого таймера 3...4 мин. Возможно, придётся подобрать сопротивление резистора R2 для надёжного включения транзистора VT1 при понижении напряжения аккумулятора G1 до 3...3,2 В.

Если ток, потребляемый устройством, довольно велик, а выключатель

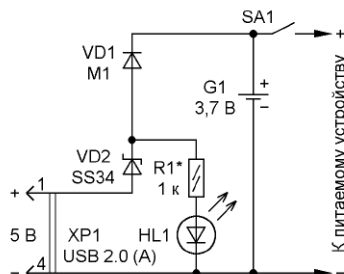


Рис. 5

зарядного устройства с выходным напряжением 5 В и током не менее 300 мА можно использовать укороченный до 10...12 см провод "мыши" с USB-штекером на конце или спаять таковой самостоятельно, используя отрезок отпаянного провода "мыши" и покупной разборный USB-штекер. Как правило, расцветка провода "мыши" такая: минус — чёрный, плюс — красный. Если на плате "мыши" имеется гнездо для подключения соединительного провода, то, возможно, рациональнее будет использовать подходящие провода иного цвета.

На рис. 5 показана схема устройства для зарядки аккумулятора с номинальным напряжением 3,6...3,9 В от любого источника питания с выходным напряжением 5 В и током не менее 300 мА. Работа такого устройства и возможные варианты замены деталей описаны в [1]. Диоды VD1 и VD2, возможно, придётся подобрать по оптимальному зарядному току аккумулятора G1, который, как правило, устанавливают на уровне 10...15 % от номинальной ёмкости. Если зарядный ток аккумулятора слишком мал, диод VD2 заменяют перемычкой. Если зарядный ток слишком велик, то последовательно с диодом VD1 или VD2 следует поставить ещё такой же или подобный диод. Возможно, вместо одиночного диода придётся поставить цепь из последовательно соединённых обычного кремниевого выпрямительного диода и диода с барьером Шоттки или из двухтрёх диодов с барьером Шоттки. Всё будет зависеть от конкретного используемого аккумулятора и его оптимального зарядного тока. Например, для зарядки аккумулятора BL4011 с номинальным напряжением 3,7 В и ёмкостью 1,28 А·ч током 200 мА были подобраны диоды для поверхностного монтажа SS12 (VD2) и диод с марки-

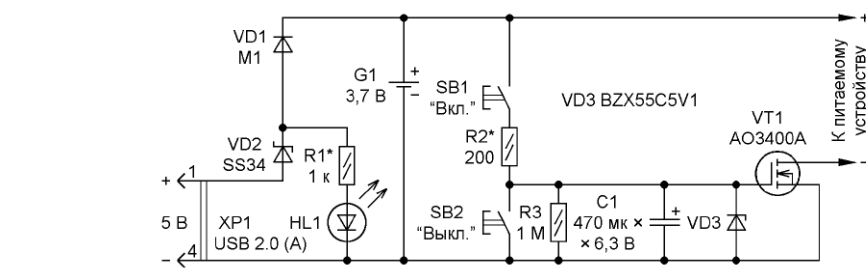


Рис. 6

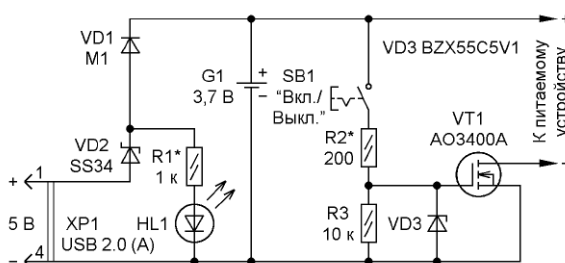


Рис. 7

корпусе "мыши" отверстие под такое гнездо и озаботиться надёжным креплением этого гнезда к плате. Также, если применить гнездо вместо штекера, придётся озаботиться наличием соответствующего переходника для присоединения "мыши" к имеющемуся зарядному устройству или блоку питания. К свободным контактам этого многоконтактного гнезда, при наличии самодельного переходника, можно также подключить какие-либо внешние устройства (например, подать внешний звуковой сигнал на встроенный в этот корпус маломощный усилитель для головных телефонов или маломощный FM-передатчик). Информацию по цоколёвке различных гнезд и штекеров USB 2.0 можно посмотреть в Интернете [2, 3].

Выключатель питания SA1 должен быть рассчитан как минимум на трёхкратный потребляемый устройством ток.

Однако, если требуется подключать питание к встроенному в корпус "мыши" устройству лишь на непродолжительное время, например, ночной светильник, детская игрушка или цифровой измерительный прибор, можно использовать узел с таймером (рис. 6). Работа такого устройства и возможные варианты замены деталей описаны в [1]. В качестве кнопок SB1 и SB2 используются нормально разомкнутые

питания слишком маломощный, можно использовать немного изменённый узел включения с полевым транзистором (рис. 7). Кнопочный выключатель SB1 — маломощная кнопка с фиксацией в нажатом положении. Транзистор VT1 должен быть рассчитан как минимум на трёхкратный потребляемый устройством ток. При коммутации не слишком мощных нагрузок и наличии достаточного свободного места в корпусе можно, например, использовать полевой транзистор из серий КП501—КП505, ориентируясь на его предельно допустимое значение тока стока.

После окончательной подпайки к плате соединительных проводов, выводов аккумулятора, хвоста "мыши" в виде короткого отрезка провода с USB-штекером на конце и проверки работоспособности устройства корпус "мыши" собирают и закручивают крепёжным винтом. Во избежание случайного попадания внутрь корпуса насекомых, загрязнений или мелких металлических предметов отверстие от бывшего шарика снизу корпуса следует заклеить широкой полосой липкой ленты. После дополнительного обезжиривания верхней части корпуса "мыши" на неё можно или нанести рисунок трудносмываемым маркером, или приклеить с помощью прозрачной липкой ленты напечатанные на принтере пояснительные надписи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумилов А. Вариант устройства для проверки ПДУ. — Радио, 2023, № 4, с. 13—15.
2. Распиновка разъемов USB 2.0. — URL: <http://rones.ru/techno/usb.html> (10.01.24).
3. Распиновка USB разъемов для зарядки телефонов. — URL: <https://2shemi.ru/raspinovka-usb-razemov-dlya-zaryadki-telefonov> (10.01.24).

Индикатор уровня воды

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Ранее в двух статьях автор описал измеритель уровня воды с ёмкостным датчиком и цифровой индикацией ("Измеритель уровня воды" — в "Радио", 2016, № 7, с. 49, 50 и в "Радио", 2020, № 4, с. 60, 61). Датчик был выполнен из полос алюминиевой фольги, наклеенных на внешнюю поверхность пластмассовой бочки. В более поздней публикации другого автора (Кравцов В. "Ёмкостный уровнемер электропроводящих жидкостей с линейной шкалой" — в "Радио", 2023, № 9, с. 47—50) предложен индикатор уровня воды с ёмкостным датчиком из металлопластиковой трубы, обычно применяемой в системах водоснабжения. В предлагаемой статье описан индикатор с таким же датчиком, но существенно более простой по схеме.

Схема предлагаемого индикатора приведена на рис. 1. На компараторе DA1.1 собран генератор длинных импульсов с короткими паузами между ними. Частота повторения импульсов — 10 кГц, длительность пауз — 8 мкс. Во время пауз с выхода DA1.1 через диод VD2 разряжается ёмкость датчика C_д, которая во время импульсов заряжается током через резисторы R7 и R8.

Ёмкости датчика уровня C_д, при этом на прямой вход компаратора DA1.2 поступает напряжение с делителя R9R10, на инверсный — меньшее напряжение с заряжающейся ёмкости датчика, и на его выходе напряжение близко к напряжению питания.

При ёмкости датчика C_д = 1000 пФ, соответствующей заполненной бочке, постоянная времени зарядки при сред-

нем положении движка R7 равна:

$$\tau = (R7/2 + R8) \cdot C_d = 10^5 \cdot 10^{-9} = 100 \text{ мкс},$$

что соответствует периоду следования выходных импульсов генератора на компараторе DA1.1.

На рис. 2 приведены временные диаграммы работы устройства. Начало отсчёта времени совпадает с началом паузы на выходе DA1.1.

За счёт положительной обратной связи через резистор R11 компаратор DA1.2 работает в режиме инвертирующего триггера Шмитта с порогом переключения U_{пор}, равным половине напряжения питания. Пока напряжение на ёмкости датчика ниже этого уровня, на его выходе напряжение близко к напряжению питания (жёлтая линия). Когда напряжение на входе (синяя линия) пересекает указанный уровень, триггер Шмитта переключается, напряжение на его выходе становится близким к нулю.

Время, требующееся для зарядки ёмкости датчика до срабатывания триггера Шмитта, прямо пропорционально этой ёмкости и соответственно измеряемому уровню воды.

Таким образом, на выходе DA1.2 формируются импульсы, длительность которых прямо пропорциональна уровню воды. При ёмкости датчика C_д = 1000 пФ и пороговом напряжении триггера Шмитта, равном половине напряжения питания, коэффициент заполнения импульсов составит ln 2 ≈ 0,7.

Цепь R13C2 с постоянной времени 220 мс усредняет напряжение, и на конденсаторе C2 формируется постоянное напряжение, прямо пропорциональное уровню воды. При ёмкости датчика 1000 пФ оно равно примерно 0,7 от

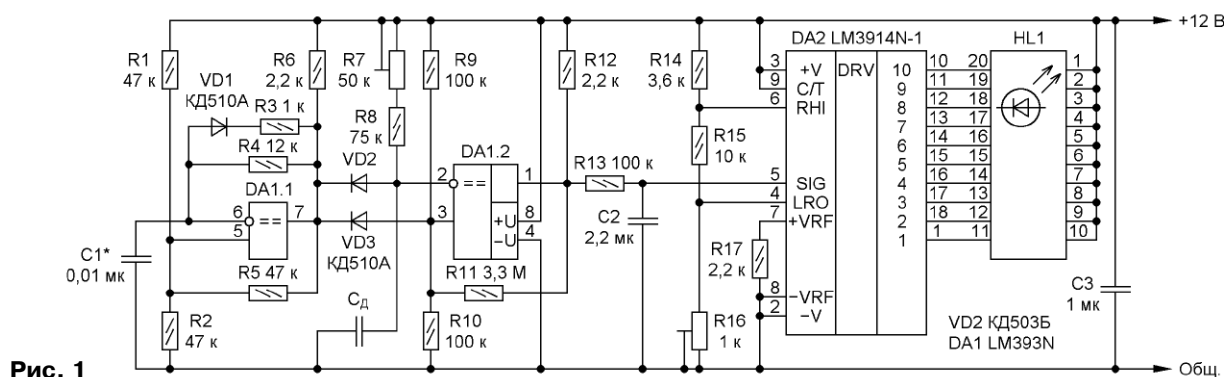


Рис. 1

Во время паузы между импульсами через диод VD3 на прямой вход компаратора DA1.2 поступает напряжение, меньшее, чем на инверсный вход этого компаратора, что объясняется более низким падением напряжения на диоде VD3 (КД510А), чем на диоде VD2 (КД503Б). В результате на выходе компаратора напряжение близко к нулю.

В момент поступления импульса оба диода закрываются, и начинается зарядка

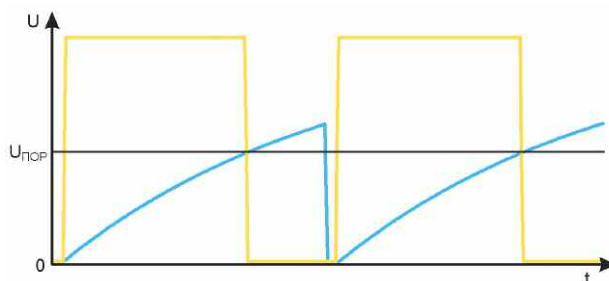


Рис. 2

напряжения питания, т. е. $12 \text{ В} \times 0,7 = 8,4 \text{ В}$. У этого напряжения есть небольшая "подставка", связанная с ёмкостями соединительных проводов и с собственной ёмкостью датчика при отсутствии воды.

Для индикации уровня используется такой же драйвер светодиодов LM3914N-1, что и в [1]. Входной ток драйвера по измерительному входу SIG не превышает 100 нА, поэтому никакого буферного

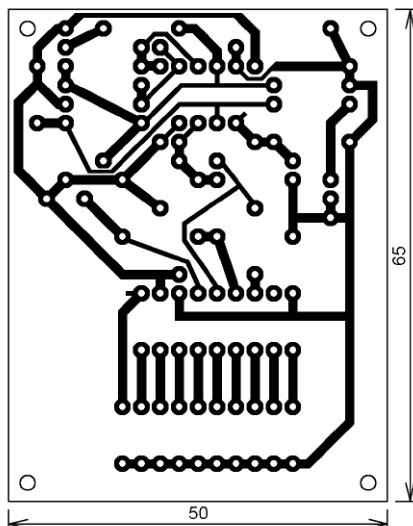


Рис. 3

усилителя после сглаживающей цепи не требуется.

В качестве индикатора использована линейная матрица из десяти светодиодов, приобретённая в АлиЭкспрессе в составе комплекта с микросхемой LM3914N-1 и некоторыми другими деталями, включая печатную плату, для сборки индикатора степени заряженности Li-Ion аккумулятора или батареи.

Как показано выше, порог индикации верхнего уровня воды должен быть 0,7 от напряжения питания. Он задаётся на входе RH1 (верхний вывод внутреннего делителя напряжения микросхемы DA2) резисторами R14—R16. "Подставка" компенсируется подстройкой резистора R16, задающего напряжение на входе LRO (нижнем выводе внутреннего делителя).

Встроенный в микросхему DA2 источник образцового напряжения не используется, поскольку пороги должны быть пропорциональны напряжению питания, а не стабилизированными.

Ток через светодиоды задаёт резистор R17, его сопротивление вычисляют по формуле $I_{CD} = 12,5 / R17$. Для указан-

ного на схеме сопротивления 2,2 кОм ток через светодиоды равен 5,7 мА.

Вывод 9 (С/Т) микросхемы DA2 подключён к линии питания, в результате в индикаторе включается "столбик" из светодиодов, его высота соответствует измеряемому уровню. Если этот вывод оставить неподключённым, будет све-

щью прибора Mega328 или любого другого аналогичного.

Вполне возможно, что из нескольких однотипных диодов можно подобрать такую пару, но если использовать диоды указанных на схеме типов, подбор не требуется. Использованные автором, взятые случайным образом, диоды

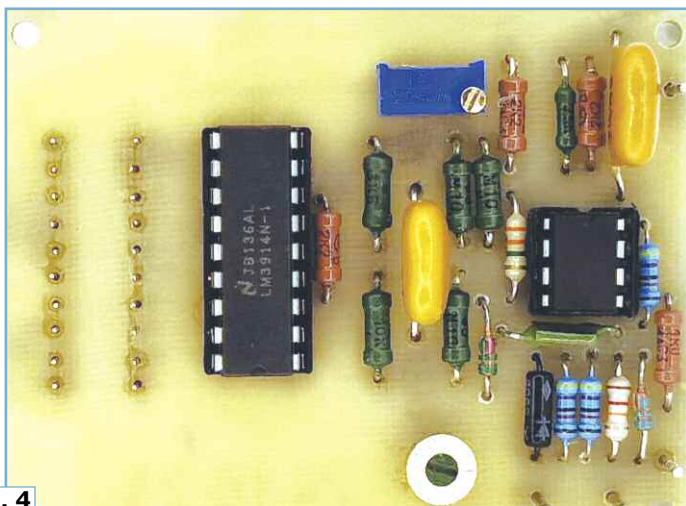


Рис. 4



Рис. 5

тить только один светодиод, соответствующий измеряемому уровню воды.

В устройстве использованы постоянные резисторы МТ, МЛТ и их импортные аналоги, R7 — многооборотный, из упомянутого выше комплекта, R16 — СПЗ-19а. Конденсатор C1 — КМ5, C2 и C3 — КМ6. Микросхема LM393N может быть заменена на К1401СА3 или КР1040СА1. Существуют отечественные микросхемы К1003ПП1—К1003ПП4, работающие аналогично LM3914N-1, но схемы их включения отличаются. Конструкции с использованием таких микросхем описаны в журналах "Радио" и "Схемотехника", например [2, 3].

Диоды VD2 и VD3 должны иметь различающееся не менее чем на 20 мВ падение напряжения при токах 10 мкА...1 мА. Проверить это можно с помощью цифрового мультиметра, имеющего режим контроля диодов. При работе в этом режиме на табло мультиметра индицируется падение напряжения на диоде при некотором небольшом токе, вполне подходящем для такого измерения. Также можно измерить падение напряжения на диодах с помо-

имели разность падений напряжения около 80 мВ.

Если не устанавливать диод VD3, "подставка" существенно увеличивается, поскольку длительность импульсов на выходе компаратора DA1.2 суммируется с длительностью пауз на выходе DA1.1.

Все детали устройства установлены на печатной плате размерами 65×50 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой приведён на рис. 3, фотография собранной платы — на рис. 4. Со стороны печатных проводников между выводами 2 и 8 микросхемы DA2 необходимо припаять перемычку из изолированного провода, показанную на виде расположения деталей штриховой линией. Для подключения источника питания и датчика в плату впаяны штыревые контакты диаметром 1 мм от разъёма 2РМ. При установке индикатора следует обратить внимание на полярность светодиодов. В имевшемся у автора экземпляре плюсовые выводы светодиодов были со стороны корпуса, на которой нанесена маркировка. Нумерация выводов HL1 на схе-

ме рис. 1 условная, поскольку на использованном индикаторе первый вывод в явном виде не обозначен.

Индикатор HL1 вляян со стороны печатных проводников, это облегчает налаживание прибора при установленной в корпус печатной плате.

Можно, аналогично [1], собрать устройство на двух платах, при этом основная плата может быть уменьшена до размеров 50×35 мм, а для установки DA2, резисторов R14—R17 и индикатора целесообразно использовать доработанную плату из упомянутого выше комплекта.

Устройство собрано в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 100×60×25 мм, купленном там же (рис. 5).

Налаживание устройства не сложно. Удобно использовать вместо датчика конденсатор ёмкостью, соответствующей почти полной бочке. Необходимо подключить его к входу устройства и, вращая движок подстроечного резистора R7 от максимального сопротивления в сторону уменьшения, добиться погасания светодиода, соответствующего максимальному уровню (подключён к выводу 10 DA2). Далее, вращая движок в противоположную сторону, снова зажечь этот светодиод.

Затем при подключении конденсатора ёмкостью, соответствующей пустой бочке, вращением движка резистора R16 необходимо добиться зажигания светодиода, подключённого к выводу 1 DA2, и вращая движок в противоположную сторону, погасить его.

В связи с тем что регулировки взаимосвязаны, рекомендуется повторить вышеописанные операции. Если ёмкость датчика при полной бочке значительно отличается от 1000 пФ, необходимо обратно пропорционально ей изменить суммарное сопротивление резисторов R7 и R8.

Осциллограмма работы изготовленного устройства, приведённая на рис. 6, повторяет кривые на рис. 2, небольшое отличие заключается в том, что разрядка ёмкости датчика происходит не до нуля, а до падения напряжения на диоде VD2, равного 0,6...0,7 В.

Для питания устройства не обязательно использовать источник напряжением 12 В, поскольку компараторы микросхемы LM393N и драйвер LM3914N-1 не критичны к напряжению питания, а при изменении напряжения питания и сигнал, и пороги драйвера изменяются пропорционально. Можно,

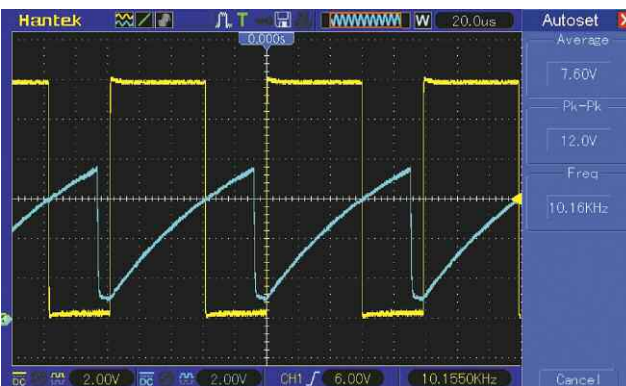


Рис. 6

например, использовать стабилизированный адаптер на 5 В или 9 В.

Интересно сравнить устройства с разными датчиками и индикаторами, например, [4] и описываемое в этой статье. Датчик в устройстве [4] проще в изготовлении, но не может быть использован в случае металлической ёмкости для воды. Его преимуществом является возможность простого исключения влияния взаимной ёмкости проводников к датчику — при значительном расстоянии измерителя от контролируемого объёма достаточно использовать экранированный провод в качестве

приёмного. При использовании описываемого здесь устройства или устройства из [1] ёмкость провода к датчику суммируется с ёмкостью датчика и увеличивает "подставку", которую необходимо компенсировать.

Цифровая индикация в устройстве [4] позволяет легко отслеживать наполнение и слив жидкости благодаря высокой разрешающей возможности индикатора, но при наличии "подставки" требует специального схемотехнического решения. Светодиодная индикация с разрешающей способностью 10 % от полного объёма в этом отношении значительно хуже, поэтому описываемые здесь и в [1] устройства едва ли можно назвать измерительными; это, скорее всего, индикаторы.

Если учесть, что стоимость трёхразрядного цифрового измерителя в АлиЭкспрессе примерно равна стоимости упомянутого выше комплекта (микросхема LM3914N-1 + линейный индикатор), вполне целесообразно использование именно цифровой индикации. Однако следует помнить, что входное сопротивление цифрового измерителя на много порядков меньше, чем у LM3914N-1, поэтому потребуется буферный каскад, на который можно будет также возложить компенсацию "подставки".

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцов В. Ёмкостный уровнемер электропроводящих жидкостей с линейной шкалой. — Радио, 2023, № 9, с. 47—50.
2. Бирюков С. Два вольтметра на K1003ПП1. — Радио, 2001, № 8, с. 32, 33.
3. Христофоров С. Автомобильный тахометр на K1003ПП1. — Схемотехника, 2001, № 10, с. 8.
4. Бирюков С. Измеритель уровня воды. — Радио, 2020, № 4, с. 60, 61.

Датчик погасания пламени

А. ВОВК, г. Ангарск Иркутской обл.

Предлагаемый датчик погасания пламени предназначен для непрерывного контроля факела горелок котлов и печей при сжигании твёрдого, жидкого и газообразного топлива. Он может найти применение на нефтеперерабатывающих, химических, энергетических производствах и других предприятиях, использующих огнетехнические установки.

При отсутствии контроля погасание горелки может привести к загазован-

ности внутреннего объёма камеры сгорания печи, котла, к взрыву и разрушению технологического оборудования, пожару и несчастным случаям. На датчик погасания пламени получен патент на изобретение РФ № 2553826.

Очень важные факторы — стоимость устройства сканирования пламени (особенно для многогорелочных печей), его габариты, способ питания и передачи сигнала, надёжность, достоверность показаний, исключение влияния внеш-

ней фоновой засветки, возможность простой самодиагностики.

Непрерывный контроль пламени необходим для работы систем безопасности и противоаварийной защиты при розжиге в режимах растопки печи, котла, при работе на различных нагрузках, а также погасании горелки.

Рассмотрим несколько моделей датчиков контроля пламени и выявим их недостатки.

1. Fireye Uv7a4 (США) — регистрация ультрафиолетового излучения пламени. Отказ датчика при малейшем загрязнении. Необходим целый шкаф управления, высокое напряжение для питания лампы. Не устранено влияние внешней фоновой засветки. Отсутствует возможность самодиагностики. Высокая стоимость. Санкционные ограничения с поставками.

2. D-LE603 (Германия) — не имеет внутренней и внешней автоподстройки, требует два выделенных дискретных

канала в распределённой системе управления (PCY) и один аналоговый 4...20 мА. При сильном пламени высокая вероятность насыщения входного усилителя. Электромагнитный затвор имеет малый ресурс работы. Заявленная функция контроля интенсивности пламени малоэффективна. Высокая стоимость. Санкционные ограничения с поставками.

3. УДФ-01/МИ (Россия) — большие габариты, шторка узла самодиагностики имеет ограниченный ресурс работы. Заложен сложный микропроцессорный алгоритм стабилизации чувствительности. Требуется три выделенных дискретных канала в PCY, а также один аналоговый канал 4...20 мА. Низкая помехозащищённость, высокая вероятность выдачи ложного сигнала.

4. "Фламинго" (Россия) — может применяться только с блоком сигнализации БС1.04-1. Требуется наличия источника сетевого питания 220/24 В из-за большого потребляемого тока (200 мА). Для реализации функции контроля яркости факела необходим дополнительный модуль МФ СПП1.01. Требуется три выделенных дискретных канала в PCY, а также аналоговый канал 4...20 мА. Не обеспечивает достоверного отображения состояния горелок при паровой обдувке мазутных форсунок и загрязнении оптических элементов датчика продуктами горения (сажа, конденсат). Отсутствуют внутренняя и внешняя автоподстройки. Жёсткие ограничения по внешней засветке.

Технические задачи, которые решались при разработке устройства, — снижение стоимости, минимизация габаритов, уменьшение числа электронных компонентов в одном датчике, увеличение надёжности устройства в целом, исключение выдачи ложных сигналов о погасании пламени горелок, работа с различными видами топлива и спектрами излучения, компенсация влияния внешней фоновой засветки (естественного и искусственного освещения), расклеванных стенок печи, камер сгорания (котла), самобалансировка по мере загрязнения оптических узлов продуктами горения (сажа, конденсат), использование одного выделенного канала измерения PCY для контроля наличия факела, регистрации отказа датчиков, определение стабильности горения, самодиагностика, без использования различных имитаторов, обтюраторов, электромеханических шторок, сложных микропроцессорных алгоритмов коррекции.

Для решения этой задачи разработан датчик погасания пламени, описываемый в этой статье.

В качестве приёмника излучения выбран фоторезистор. Принцип действия основан на преобразовании пульсаций светимости пламени в унифицированный токовый сигнал 0...5 мА.

Датчик запитан от двухпроводной схемы напряжением 24 В от искробезопасного барьера распределённой сис-

темы управления, что значительно снижает стоимость одного канала измерения и упрощает его подключение.

Сам регистратор (сканер) отображения пламени основной или пилотной горелки может содержать в цилиндрическом модуле (тубусе) от одного до четырёх датчиков, в зависимости от важности позиции.

Исполнение 1×4 предусматривает наблюдение за одной горелкой сразу четырьмя датчиками, помещёнными в один тубус в виде модуля. Датчики соединены параллельно. Выходной сигнал модуля — токовый. Основное преимущество при таком включении, по

Нестандартный способ отображения информации на автоматизированном рабочем месте (АРМ) позволяет производить простую самодиагностику канала измерения — контроль наличия факела, регистрацию отказа датчиков, определение стабильности горения.

Рассмотрим регистратор (сканер) в исполнении 1×4. Датчики соединены параллельно и в сумме (при наличии пламени) генерируют ток, равный 20 мА. Каждый датчик имеет свою токовую долю в интервале 4...20 мА, поэтому несложно определить число датчиков в конкретный момент в исправном состоянии.

Один из вариантов контроля состояния горелок на мониторе АРМ показан на рис. 1. Использовано стандартное окно для отображения графиков изменения параметра измерительных приборов с выходным сигналом 4...20 мА PCY YOKOGAWA и HONEYWELL. Когда работают все четыре датчика и пламя стабильно, график зелёного цвета (уровень 4) находится в верхней части окна в виде прямой линии, процент соответствия — 100 %. При выходе из строя одного датчика график опускается ниже (уровень 3), процент соответствия станет 75 % и т. д. Если пламя

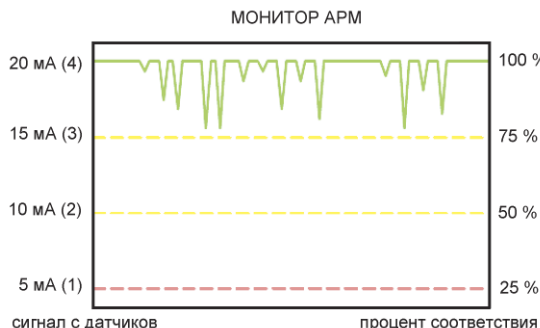


Рис. 1

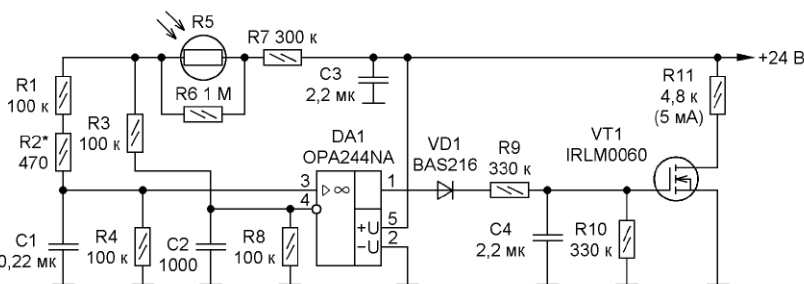


Рис. 2

сравнению с аналогами, заключается в том, что вероятность выхода из строя сразу четырёх датчиков чрезвычайно мала. Поскольку каждый фотоприёмник смещён относительно друг друга, пламя регистрируется в разных точках тела факела, что увеличивает достоверность полученных данных.

Как показывает практика, при исчезновении сигнала с датчика сразу очень сложно определить, что же произошло — или погасла горелка, или вышел из строя сам датчик. Эта ситуация может привести к плачевным последствиям. Поэтому устанавливают дублирующие датчики или в конструкцию закладывают функцию проверки работоспособности датчика, когда переключается полностью оптический узел, и с помощью мигающего светодиода или лампы со шторкой или обтюратором имитируют пульсации пламени. Но всё это усложняет конструкцию, увеличивает стоимость и снижает надёжность.

нестабильное, наблюдается отрыв факела, начинают наблюдаться провалы, как показано на зелёном графике на рис. 1. При полном погасании пламени ток в измерительной цепи прекращается, графики исчезают, а на мониторе АРМ высвечивается надпись "ОБРЫВ". В этом состоит самодиагностика датчиков.

Входной каскад датчика обеспечивает самобалансировку по мере уменьшения коэффициента пропускания (загрязнения продуктами горения) оптических узлов.

Поскольку в печах и в камерах сгорания котлов могут использоваться топочный мазут, топливный газ, различные сдвиги и смеси топлива в процессе технологического режима, то спектр излучения такого пламени сдвинут в ближнюю инфракрасную область. Поэтому предпочтение отдано фоторезисторам, работающим в диапазоне излучения более 0,7 мкм.

Для перекрытия всего спектра излучения пламени горелок и обеспечения всережимности регистратора (сканера) в один модуль совместно устанавливаются фоторезисторы ультрафиолетового (менее 0,4 мкм), видимого и инфракрасного рабочего диапазона.

Схема одного датчика показана на **рис. 2**. Условно она разбита на несколько частей. Поскольку, как было отмечено выше, техническая задача — снижение стоимости, простота изготовления, увеличение надёжности устройства в целом, электронная компоновка (начинка) максимально уменьшена.

Приёмник излучения — фоторезистор ближнего ИК-диапазона (0,79 мкм) СФ3-1, он предназначен для преобразования пульсаций светимости пламени в электрический сигнал.

Цепь установки темнового тока, несмотря на свою простоту, — очень важная часть устройства. Без неё датчик работать не будет. Цепь проходит параллельно приёмнику излучения, соединена с ним и образована резистором R6. Дело в том, что темновое сопротивление фоторезистора СФ3-1 — 30 МОм, а фоторезистора СФ3-9Б, который также можно использовать в датчике, — 5 ГОм. По мере уменьшения коэффициента пропускания оптических узлов (загрязнение продуктами горения) сопротивление приёмника излучения тоже будет увеличиваться.

В какой-то момент оно может достигнуть такого значения, при котором микромощный ОУ ОРА244НА перестанет балансироваться и гарантированно переключаться. Поэтому для создания необходимого потенциала на входах ОУ часть тока направляется через резистор R6, его сопротивление для фоторезистора СФ3-1 определено опытным путём.

Цепь интегрирования состоит из двух частей — С1R1R2R4 и С2R3R8 с разными постоянными времени, которые подключены к инвертирующему входу (вывод 4) и неинвертирующему входу (вывод 3) микромощного ОУ ОРА244НА.

Резистор R7 ограничивает ток через фотоприёмник при сильной внешней засветке.

Собственно узел сравнения и балансировки выполнен на микромощном ОУ ОРА244НА, работающем в режиме компаратора, хотя в самой балансировке задействованы все элементы входного каскада. При достижении разности потенциалов (пороговой) на инвертирующем и неинвертирующем входах на выходе ОУ появляются импульсы с частотой пульсаций пламени (порядка 5...15 Гц), по амплитуде примерно равные напряжению питания.

Самобалансирующийся входной каскад, как видно из схемы датчика, не содержит регулировочных элементов,

хотя основное условие для нормальной работы датчика — это низкий уровень на выходе ОУ при любой внешней засветке. Если поднести к фоторезистору постоянный (непульсирующий) источник излучения и искусственно изменить коэффициент пропускания 90 %, 70 %, 30 %, конденсаторы С1, С2 зарядятся и будут иметь потенциал, соответственно, высокий, средний, низкий. Причём значение потенциала для обеспечения низкого уровня на выходе ОУ не имеет никакого значения, главное, чтобы он был всегда чуть выше на инвертирующем входе ОУ. Резистор R2 с запасом компенсирует напряжение смещения нуля ОУ и определяет пороговую разность потенциалов на инвертирующем и неинвертирующем входах. Чем меньше сопротивление резистора R2, тем выше чувствительность датчика.

При воздействии на фотоприёмник пульсирующего пламени горелки его сопротивление начинает изменяться, изменятся и потенциал на конденсаторах С1, С2. Поскольку участок цепи интегрирования С2R3R8 имеет меньшую постоянную времени, чем С1R1R2R4, потенциал на конденсаторе С2 успевает опускаться ниже потенциала на конденсаторе С1, что приводит к переключению ОУ и появлению импульсов на его выходе.

В случае постоянной внешней засветки (пульсаций светимости нет) на фотоприёмник СФ3-1 попадает излучение раскалённых стенок печи, камеры сгорания котла, естественное или ис-

с всегда устанавливается на том или ином значении с учётом пороговой разницы (на конденсаторе С2 он чуть выше).

Медленно изменяющаяся внешняя засветка не приводит к переключению ОУ.

Поскольку это излучение не является полезным сигналом, оно фиксируется как "ФОН". Фоновый сигнал снижается по мере уменьшения коэффициента пропускания (загрязнения продуктами горения) оптических узлов.

Большинство используемых в настоящее время приборов для отслеживания погасания пламени (ФДЧ, "Фламинго", Fireye, DURAG и др.) не в состоянии компенсировать большой уровень фонового сигнала и теряют чувствительность и способность достоверно отображать информацию при загрязнении 25...30 %.

Условный, поясняющий график узла сравнения и балансировки датчика при различном фоне показан на **рис. 3** (частота пульсаций — 7 Гц, степень загрязнения — 30 %, 70 %, 90 %). Из графиков видно, что амплитуда выходного сигнала не зависит от степени загрязнения и величины фона, не оказывает никакого влияния и на изменяющийся порог.

Цепь задержки и накопления импульсов состоит из диода VD1 и элементов R9, R10, С4.

Необходимое число импульсов (5—8) для зарядки конденсатора С4 и открывания транзистора VT1 задаёт резистор R9. Диод VD1 не позволяет разряжаться конденсатору С4 через выходные цепи ОУ. Резистор R10 определяет время разрядки конденсатора С4, задержка на выдачу сигнала о погасании пламени — 1...2 с. Резисторы R9, R10 образуют делитель напряжения для оптимального открывания полевого транзистора VT1, конденсатор С3 — блокировочный по питанию.

Электронный ключ собран на полевым транзисторе VT1. На токовую сигнальную цепь он никакого воздействия не оказывает, поскольку сопротивление канала сток—исток в открытом состоянии ничтожно мало и не превышает 92 МОм.

Ток (5 мА) в измерительной цепи формирует прецизионный резистор R11 с низким температурным дрейфом и собственными шумами. Использование более сложного генератора на транзисторах или на интегральных микросхемах не имеет смысла, поскольку напряжение измерительного модуля РСУ 24 В стабилизировано.

Детали и номиналы электронных компонентов датчика подобраны так, что потребляемый им ток в режиме регистрации пламени не изменяется и не превышает 100 мкА, что, в свою очередь, не оказывает существенного

ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ УЗЛА СРАВНЕНИЯ И БАЛАНСРОВКИ
ДАТЧИКА ПОГАСАНИЯ ПЛАМЕНИ

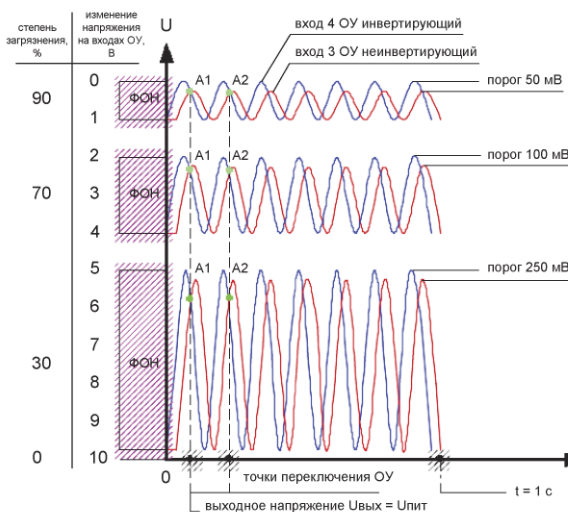


Рис. 3

кусственное освещение. Сопротивление фотоприёмника устанавливается на каком-то определённом уровне. Причём этот уровень постоянно изменяется в зависимости от внешних условий, изменяется и потенциал на конденсаторах С1, С2. В конечном итоге потенциал на конденсаторах С1, С2

влияния на формирование сигнала 5 мА в канале измерения.

Стоимость одного модуля с учётом стоимости деталей, материалов,

перекрывать входное отверстие сканера, в измерительной цепи появится сигнал, равный 20 мА. Нельзя использовать для проверки люминесцентные и светодиодные лампы освещения из-за их сильных пульсаций, датчик будет на них просто срабатывать.

Тубус сканера изготовлен из тонкостенной стальной или алюминиевой трубки длиной 300...350 мм и внутренним диаметром 20...25 мм. Лучше сделать его из двух частей и соединить с помощью теплоизолирующей муфты, чтобы исключить перегрев датчиков. Можно обеспечить подачу воздуха для охлаждения. Для хорошего светотражения поверхность трубки изнутри

плотно вставляется с противоположной стороны тубуса и по мере необходимости меняется как обыкновенная лампа.

Печатная плата изготовлена из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм размерами 60×8 мм. Её чертёж показан на рис. 4, а расположение элементов — на рис. 5. Платы в исполнении 1×4 соединены в виде квадрата параллельно по цепям питания (рис. 6, рис. 7).

В датчике применены детали для поверхностного монтажа. Резисторы и конденсаторы — любые типоразмера 0805. Керамические конденсаторы применены на номинальное напряжение не менее 50 В. Резистор R11 — прецизионный.

Транзистор IRLML0060 можно заменить на IRLML0040, IRLML0100. Дiod BAS216 заменен любым подходящих размеров.

Микро мощный ОУ должен иметь напряжение питания не меньше 36 В и потребляемый ток не более 50 мкА. Вместо ОРА244 в корпусе SOT-23-5 подойдут ОРА251, ОР90 в корпусе SO-8 с небольшим изменением печатной платы.

Вместе с фоторезистором СФ3-1 в одном модуле регистратора (сканера) могут устанавливаться и другие малогабаритные фоторезисторы, работающие в УФ, ИК и в видимой области спектра. Хорошие результаты показали дешёвые импортные фоторезисторы GL5549 с темновым сопротивлением не менее 10 МОм и с максимумом поглощения излучения с длиной волны 540 нм.

В заключение нужно отметить, что датчик погасания пламени прошёл успешные испытания на одной из технологических установок Сибири и показал очень хорошие результаты.

Датчик в исполнении 1×4 можно использовать не только с РСУ, но и с обычным стабилизированным источником питания 24 В и последовательно включённым стрелочным миллиамперметром с интервалом измерения 0...20 мА. Работают четыре датчика — ток 20 мА, работают три датчика — ток 15 мА и т. д. Если стрелка миллиамперметра не стоит на одном месте, значит, пламя нестабильно.

Резистор R11 допускается установить большего сопротивления, например 4,9...5 кОм, при этом верхняя на рис. 1 зелёная линия, уровень 4, опустится чуть ниже, что намного удобнее для отображения информации. На общую картину на АРМ это никак не повлияет.

Стабилизированный источник питания напряжением 24 В легко заменяется на другой с меньшим напряжением, но при этом нужно по закону Ома рассчитать сопротивление резистора R11.

Если в РСУ, например YOKOGAWA, не всегда допускается сигнал ниже 4 мА (происходит фиксация последнего значения), регистратор (сканер) изготавливается в исполнении 1×3, а в четвёртом будет стоять просто резистор R11, без датчика.



"Италия" — Умберто Нобиле — Николай Шмидт"



К 95-летию спасения полярной экспедиции Умберто Нобиле

Дмитрий ВОРОНИН (RA5DU), г. Щёлково Московской обл.

В 2023 г. исполнилось 95 лет с того момента, как, без преувеличения, весь мир, затаив дыхание, следил за драматическими событиями, связанными со спасением итальянской экспедиции генерала Умберто Нобиле, совершавшей в 1928 г. полёт к Северному полюсу на дирижабле "Италия".

Эти исторические события подарили миру ещё одно имя — Николай Рейнгольдович Шмидт, советский радиолюбитель из российской глубинки, который первым услышал сигнал SOS от погибавшей в северных льдах экспедиции прославленного воздухоплавателя, место крушения и нахождения которой не были известны и могли бы оставаться такими, если бы не увлечённый радио молодой человек.

3 июня 1928 г. он принял сигнал бедствия, переданный радистом дирижабля "Италия" Джузеппе Биаджи (Giuseppe Biagi). Благодаря энтузиазму и настойчивости Н. Шмидта сведения о принятых сигналах с просьбой о помощи были переданы в Москву, в Общество друзей радио СССР, после чего началась широкомасштабная спасательная операция, участниками которой стали несколько стран, но успех которой стал несомненной заслугой именно Советского государства.

О событиях тех далёких лет написано немало исторических материалов, воспоминаний участников, сняты документальные фильмы, а также совместный советско-британо-итальянский художественный фильм "Красная палатка" (режиссёр Михаил Калатозов) с Питером Финчем, Шоном Коннери, Клаудией Кардинале и Эдуардом Марцевичем в главных ролях.

О самом Николае Шмидте и его трагической судьбе можно узнать из скрупулёзно собранных Георгием Члиянцем (UY5XE, ныне SK) материалов, которые

были им обобщены и, как это всегда было присуще автору, мастерски изложены в его очерке "История одного SOS".

память о спасении итальянской экспедиции в эфире активно звучит позывной R1LK радиостанции, расположенной в Санкт-Петербурге непосредст-



Ледокол "Красин".

Нельзя сказать, что имя Николая Шмидта и события 1928 г. были забыты в российском радиолюбительском сообществе. В юбилейные годы организовывались различные мероприятия: в 1998 г. силами радиолюбителей Костромской области были организованы радиоэкспедиции UE3NWO, UE3NNN в п. Вохма Костромской области и выдавался памятный диплом "Николай Шмидт", в 2018 г. радиолюбительским клубом "Арктика" проводились дни активности и учреждена дипломная программа "Nobile 90". Ежегодно в

венно на легендарном музее-ледоколе "Красин", который в итоге и обеспечил успешное спасение оставшихся в живых участников экспедиции Нобиле. На постоянной основе выдаётся памятный диплом "Ледокол Красин".

Однако именно 95-летию спасения экспедиции Умберто Нобиле суждено было стать одним из значимых событий радиолюбительской жизни 2023 г. и поднять организационный уровень мероприятий в память о событиях, поскольку эта дата была отмечена целым рядом знаковых начинаний под

эгидой национальной радиоловительской организации Союза радиоловителей России (СРР) и при её непосредственном участии.

Впервые идея отметить радиоловительской активностью юбилейную дату была обсуждена в начале января 2023 г. в ходе рабочей встречи автора этих строк с председателем Костромского областного отделения Русского географического общества (РГО), канд. ист. наук Романом Рябинцевым, который и выступил одним из главных вдохновителей всего проекта, и получила одобрение президента СРР Игоря Григорьева (RV3DA).

Был разработан план мероприятий СРР, включавший в себя организацию работы трёх специальных радиостан-

ных дипломов и организацию выездной экспедиции в п. Вохма Костромской области.

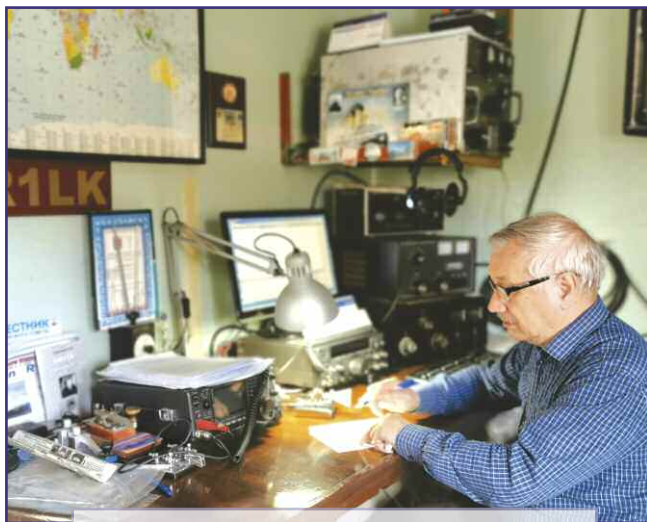
Уже в марте 2023 г. в Москве, в штаб-квартире Русского географического общества (РГО), состоялась встреча участников международного историко-просветительского проекта, в формате которого и было решено проводить мероприятия, посвящённые 95-летию спасения итальянской экспедиции Умберто Нобиле. Помимо Романа Рябинцева и других представителей РГО, во встрече приняли участие, в частности, те, кому предстояло стать активными участниками памятных мероприятий: режиссёр документального кино, автор проекта "Неизвестные герои Севера" Борис Дворкин; президент Московского общества "Данте Алигьери" Наталья Никишкина; президент Между-

Эфирные дни активности СРР проводились в период с 25 мая по 12 июля 2023 г., что совпало с аналогичным периодом работы итальянских радиоловителей, отмечавших юбилейную дату.

В рамках мероприятия в эфире были активны три специальные радиостанции: RT95NS, RT95MS и RT95KG, а также радиостанция ледокола "Красин" R1LK.

Позывной RT95NS непосредственно посвящён памяти Николая Рейнгольдовича Шмидта. Активность RT95NS была обеспечена Региональным отделением СРР по Костромской области (руководитель Юрий Сидоров RA3NC) при поддержке коллег из Вологодской области.

Работа второй специальной станции RT95MS организована силами Региональных отделений СРР в Архангельской (руководитель Алексей Кузьменко RN1ON) и Вологодской (руководитель Василий Тошаков RA1QD) областях и посвящена памяти



В эфире R1LK (Николай Сашенин RV1AQ).



Мемориальная доска Н. Шмидта, музей п. Вохма.



Открытие мемориальной доски Н. Шмидта в музее п. Вохма.

ций, посвящённых памяти участников событий, связанных со спасением экспедиции Нобиле, учреждение юбилей-

народного молодёжного общества "Дружба Италия-Россия" Екатерина Спирова.

Михаила Сильвестровича Смирнова — не менее увлечённого радио человека, друга Николая Шмидта, который вместе с ним принимал сигналы SOS от экспедиции дирижабля "Италия" после того, как их впервые услышал Николай. После событий 1928 г. Михаила и Николая связала многолетняя совместная работа. Кроме того, история самой Вохмы неразрывно связана с Архангельской и Вологодской областями, поскольку в разные годы своей истории населённый пункт входил в состав этих регионов.

Активность RT95KG была посвящена памяти двух нижегородских радиоловителей Александра Кожевникова и Владимира Гржибовского — участников масштабной спасательной экспедиции, которая была организована Советским правительством благодаря принятой Шмидтом и Смирновым информации от терпящих бедствие во льдах Арктики. Александр Кожевников принял участие в походе ледокола "Малыгин", а на экспедиционном судне "Персей" был Владимир Гржибовский. Об этих малоизвестных именах участников событий силами Регионального отделения СРР по Нижегородской области (руководитель Ольга Скобелева RA3TYL) и рассказывала третья специальная радио-



Участники и гости фотовыставки в музее п. Вохма.

станция проекта. Необходимо отметить, что Нижегородская область также тесно связана с именем самого Николая Шмидта — с 1924 г. по 1925 г. его семья проживала в Нижнем Новгороде, одном из ведущих центров развития радио в СССР тех лет, где талантливый юноша и собрал свой первый радиоприёмник.

Усилиями Регионального отделения СРР по Санкт-Петербургу в лице заместителя руководителя Николая Сашенина (RV1AQ) не только в юбилейные дни активности, но, как было уже отмечено ранее, и на постоянной основе ведётся работа в эфире радиостанции ледокола "Красин" R1LK. 16 июня 1928 г. началось историческое плавание "Красина" к терпящим бедствие в арктических льдах, и в результате сложнейшей и трудной операции уже 12 июля на борт ледокола были подняты оставшиеся в живых участники экспедиции Умберто Нобиле. 5 октября 1928 г. ледокол ошвартовался в Ленинграде, где на набережной Лейтенанта Шмидта ему была устроена триумфальная встреча. Ныне ледокол в качестве корабля-музея встал на вечный прикол в Санкт-Петербурге по адресу: набережная Лейтенанта Шмидта, 23, а позывной R1LK стал эфирным проводником памяти о вкладе корабля в историю отечественной арктической навигации.

В период дней активности можно было выполнить условия памятных дипломов, посвящённых 95-летию спасения полярной экспедиции: "Италия" —

Старт памятным мероприятиям был дан открытием мемориальной доски, посвящённой Шмидту, которая отныне размещается на фасаде здания Вохомского краеведческого музея, ставшего в этот день главным местом проведения всех торжеств.

По инициативе Костромского отделения Русского географического общества и других партнёров акции в июньские дни была подготовлена целая программа, включившая в себя не только установку памятной доски, но и показ уникального документального фильма "Подвиг во льдах", созданного братьями Васильевыми в 1928 г., и фильма-экскурсии профессора Антонио Вентрепо по музею Умберто Нобиле в итальянском г. Лаура, выставку уникальных экспедиционных фотографий "95 лет экспедиции Умберто Нобиле к Северному полюсу на дирижабле "Италия", встречу-лекцию в Вохомской библиотеке, так и ряд иных мероприятий.

Одним из центральных событий торжеств 3—4 июня стала организованная Союзом радиолюбителей России работа специальной радиостанции RT95NS, вещавшая в этот день с нескольких рабочих мест:

— Вохомский краеведческий музей, где костромской группой во главе с Георгием Хомяком (RA3NF) были возвращены трансиверы Yeasu FT-2000 и



Павел Колесников (R2DX) и Дмитрий Воронин (RA5DU).

Умберто Нобиле — Николай Шмидт" и "Ледокол Красин" (специальная юбилейная версия).

Радиолубительская активность стала неотъемлемой частью всего цикла мероприятий в рамках международного историко-просветительского проекта.

Так, 3 июня 2023 г. в п. Вохма Костромской области состоялись торжественные мероприятия, посвящённые 95-летию с того момента, как его житель Николай Шмидт первым принял сигнал бедствия от членов экипажа дирижабля "Италия".



Итальянских радиолюбителей приветствует глава Вохомского района Александр Адеев.



Организаторы памятных мероприятий в п. Вохма.

Elecraft K3 с усилителем ACOM-2000, а также антенна Inverted V (20 m + 40 m) на телескопической мачте высотой 12 м; — гостиничный комплекс в Вохме, неподалёку от центра посёлка, где подмосковной командой во главе с Павлом Колесниковым (R2DX) были развёрнуты трансиверы Kenwood TS-590 с усилителем Ameritron и антенны StepIr BigI (vert. +80 m), Inverted V (80 m — 160 m), а также комплект QRP — трансивер

Discovery TX-500 с антенной MFJ-16XX.

Перед операторами спецстанции стояла задача провести публичные сеансы радиосвязи и, главное, встречу в радиозэфире с итальянской специальной радиостанцией II11TR "La Tenda Rossa" ("Красная Палатка") — главной радиостанцией всех памятных юбилейных мероприятий Ассоциации радиолюбителей Италии, проходивших в Итальянской Республике.

В 16 часов по московскому времени на диапазоне 14 МГц в присутствии гостей мероприятия и жителей Вохмы состоялась радиовстреча RT95NS и II11TR.

Во время радиосвязи итальянским коллегам было рассказано о мероприятиях, которые состоялись в Вохме, а также о памятных днях активности, организованных Союзом в честь юбилейной даты спасения экспедиции

Нобиле. Со словами приветствия к итальянским радиолюбителям, в частности, обратился глава Вохомского муниципального района Александр Адеев. В свою очередь, операторы II1TR во главе с Oscar Barberi (IZ1ETD) рассказали о мероприятиях, которые

няли выжившие участники экспедиции генерала Нобиле. Радист Джузеппе Бьяджи, чьи сигналы бедствия первым принял Николай Шмидт, отправил последнюю радиogramму из "Красной палатки": "ВСЁ КОНЧЕНО. "КРАСИН" ПОДОШЁЛ. МЫ СПАСЕНЫ".

сохранению исторической памяти о событиях общей истории Италии и России, которая объединяет наши страны, несмотря на все сложности международных отношений последнего времени, которые в некотором негативном роде отражаются и на любительском радио.

Особенностью активности итальянских коллег II1TR 12 июля стала передача сообщения, повторяющего радиogramму гибнущей во льдах экспедиции, которую передавал радист Джузеппе Бьяджи. В течение нескольких часов, а именно с 12 до 16 UTC (15—19 МСК), на диапазоне 20 метров можно было принять исторические сигналы бедствия, которые передавались из "Красной палатки". Как и 95 лет назад, сигнал конечно же был телеграфным CW. Радиолюбители, правильно принявшие исторические сигналы и направившие свой отчёт, были награждены специальным памятным дипломом. В целом, в ознаменование памятной даты спасения экспедиции, итальянской стороной был учреждён юбилейный диплом "95th Anniversary of the Red Tent".

Сегодня можно подвести итоги прошедшего эфирного мероприятия.

Памятным дипломом CPP "Италия" — Умберто Нобиле — Николай Шмидт на сегодняшний день награждены более 500 радиолюбителей. Помимо российских радиолюбителей, из всех федеральных округов обладателями памятных дипломов стали радиолюбители стран СНГ, Бельгии, Италии, Германии, Греции, Испании, Болгарии, Чехии, Словакии, Македонии, Польши, Латвии, Литвы, Румынии, Боснии и Герцоговины, Нидерландов, Израиля, а также Венгрии и Сербии. Юбилейной версией диплома "Ледокол "Красин" награждены более 400 радиолюбителей, география которых охватила также Южную Корею и Японию.

Специальными радиостанциями RT95NS, RT95MS и RT95KG в общей сложности было проведено свыше 10000 радиосвязей.

Завершая рассказ о проведённых памятных мероприятиях, нельзя не выразить слова благодарности тем радиолюбителям, без участия которых нельзя было бы добиться их высоких результатов.

Союз радиолюбителей России и редакция журнала "Радио", которая в своё время стала инициатором реабилитации Николая Рейнгольдовича Шмидта, выражают признательность участникам юбилейных дней активности и операторам памятных радиостанций, в число которых вошли:

RT95NS: Юрий Сидоров (RA3NC), Георгий Хомяк (RA3NF), Михаил Алексеев (RU3UR), Александр Рябинин (RN3N), Михаил Кутюмов (UA1QV), Павел Колесников (R2DX), Евгений Сазанов (RW3FB), Юрий Сухопаров (R2DY);

RT95KG: Ольга Скобелева (RA3TYL), Николай Гончаров (RA3TT), Роман Бойцов (RA3TE), Александр Бусыгин (RA3THN), Алексей Горшков (RL3T), Олег Акилов (RA3TOS), Михаил Белоус (RA3TRR), Григорий Аникин (R2BW);



Подписание соглашения между CPP и музеем "Ледокол "Красин".

были организованы в Италии в честь юбилея, и участия в них итальянских радиолюбителей. Все участники этого памятного QSO подчеркнули важность и ценность сохранения памяти о событиях в истории наших двух стран.

После завершения встречи с итальянскими коллегами уже на диапазоне 7 МГц состоялся круглый стол с двумя другими специальными радиостанциями дней активности — RT95MS (Василий Тошаков RA1QD) и RT95KG (Ольга Скобелева RA3TYL), которые передали слова приветствия всем собравшимся гостям мероприятий в Вохме и рассказали о работе своих радиостанций.

Живой интерес у собравшихся вызвала уникальная радиосвязь RT95NS с радиостанцией российской дрейфующей станции ледостойкой платформы "Северный Полюс" RI41POL (Олег Стрибный RD1A), которую удалось провести в этот день как телеграфом CW, так и телефоном SSB.

В ходе состоявшейся в тот же день рабочей встречи в Администрации Вохомского района были намечены планы по проведению в честь 100-летия памятных событий более масштабных мероприятий, в том числе с участием CPP и РГО, уже в формате фестиваля.

12 июля 2023 г. завершились дни активности Союза радиолюбителей России, посвящённые юбилею спасения полярной экспедиции. Дата окончания эфирного мероприятия была выбрана не случайно — именно 12 июля 1928 г. успешно завершилась масштабная спасательная миссия, и на борт советского ледокола "Красин" были под-

символично, что центром празднования юбилейной даты стал Филиал "Музея Мирового океана" в Санкт-Петербурге — "Ледокол "Красин", где состоялось торжественное мероприятие, посвящённое этому знаменательному событию, а также велась работа радиостанции музея R1LK. В числе почётных гостей торжества были представители МИД России, консульства Норвегии, посольства Италии, Законодательного Собрания и Администрации Санкт-Петербурга.

Одним из важных моментов торжества стало подписание соглашения о сотрудничестве между Филиалом ФГБУК "Музей-заповедник "Музей Мирового океана" в Санкт-Петербурге — "Ледокол "Красин" и Союзом радиолюбителей России, в котором особо оговорена поддержка деятельности музейной радиостанции R1LK. Не менее символичной стала новая встреча в эфире с завершавшей в этот же день свою юбилейную активность итальянской спецстанцией II1TR.

Повествуя о российских мероприятиях, посвящённых юбилейной дате, нельзя не сказать, что важной вехой проведённой работы стало успешное сотрудничество Союза радиолюбителей России и Ассоциации радиолюбителей Италии (ARI). Впервые национальные радиолюбительские организации Италии и России скоординировали свои усилия в проведении памятных мероприятий "Красной палатки". Активная роль вице-президента ARI Alberto E. Zagni (I2KBD) и руководителя команды II1TR Oscar Barberi (IZ1ETD) в ответ на инициативы CPP в лице RA5DU продемонстрировали важность работы по

RT95MS: Алексей Кузьменко (RN1ON), Василий Тошаков (RA1QD), Владимир Бобров (R1QE), Сергей Куку (UA1ORK);

R1LK: Николай Сашенин (RV1AQ).

Есть все основания полагать, что уровень организации и проведения радиоловительского мероприятия в память о событиях 1928 г. станет хорошим ориентиром для подготовки к предстоящему через 5 лет юбилею событий, связанных с именами

Умберто Нобиле, Николая Шмидта и ледокола "Красин".

Налаженные за период памятной активности контакты и договорённости СРР и музеев Вохмы и ледокола "Красин" позволили расширить диапазон сотрудничества национальной радиоловительской организации и музейного сообщества: было приятно передать приветственные адреса музеев из Костромской области и Санкт-Петербурга Центральному

музею BBC России в подмосковном Монино, где собрана богатейшая коллекция авиационной техники, отмечавшему в конце ноября 2023 г. свой 65-летний юбилей, также прозвучавший в радиозфере позывным RA65MM. В конечном счёте всё оказалось взаимосвязано — ведь спасение членов экспедиции Нобиле стало возможным и благодаря авиации, которая в те годы только начинала своё развитие.



Саленто — земля солнца, ветра и радио

Лука КЛЭРИ (IW7EEQ), г. Таранто, Италия

Продолжается сотрудничество между компанией MFJ Enterprises и группой Radio Penisola Salentina.

Эта группа радиоловителей с момента своего создания стремится проводить радиосвязи из самых красивых мест Саленто.

Основное направление деятельности группы — радиосвязи в полевых условиях из природных пещер, это направление имеет специальный диплом. На логотипе группы изображено доисторическое граффити, найденное в Гротте деи Черви в Порто Бадиско (Лечче). Охотник, изображённый на граффити, похож, держит в руках антенну и направляет её на спутник, а рога на голове оленя напоминают антенну Яги.

Деятельность этой прекрасной радиогруппы, связанной с U.R.I. (Unione Radioamatori Italiani), направлена на сохранение природной красоты этой фантастической местности, самого восточного региона Италии, где первым в стране восходит Солнце.

В качестве посла я отправился на "каблук итальянского сапога", чтобы встретиться с Саверио (IK7IWF) и Аделино (IU7LQP) и передать им во временное пользование MFJ-9320K, небольшой комплект QRP-трансивера для диапазона 20 метров.



Это небольшое устройство будет протестировано другим членом группы, Франческо (IK7XJA), энтузиастом телеграфии. Франческо протестирует маленький трансивер, подчеркнув его достоинства, а также выявит его

немногочисленные недостатки (мы надеемся).

Компания MFJ продолжает поддерживать эти маленькие, но важные территориальные группы энтузиастов, способные объединить людей в мире радио.

Телеграфный тренажёр "ГАММА-РІС"

Евгений МОРОЗ (UN7GCE), г. Москва

Телеграф выходит из моды, связи уже проводят автоматы. Но ещё встречаются энтузиасты, работающие в режиме CW. Именно для них и предлагается данная конструкция. Это тренажёр телеграфиста, который хоть и имеет небольшие габариты, но обладает большими возможностями. Название он получил как дальний родственник одной конструкции из книги "Лучшие конструкции 26-й выставки творчества радиолюбителей", где была опубликована статья А. Папкова о генераторе телеграфных знаков под названием "Гамма-6"

Описанный ниже тренажёр (рис. 1) имеет очень похожие возможности, его основное назначение — формирование бессмыслового текста в коде Морзе. Текст состоит из групп по пять знаков каждая. Перед началом передачи текста всегда выдаются три буквы Ж и знак раздела. В конце передачи выдаётся признак окончания AP. Режимы работы: формирование контрольных текстов "Рус, Лат, Цифр" объёмом 250 знаков. Формирование тренировочных текстов

"Рус, Лат, Цифр" объемом 1000 знаков с автоматической остановкой. Скорость передачи текста регулируется от 55 знаков до 250 знаков в минуту по системе PARIS с возможностью увеличения паузы между знаками от трёх до девяти точек. Установочная информация выводится на двухстрочный дисплей. Число текстов в каждой градации — 10000. Передаваемый текст на дисплей не выводится. Тон выходного сигнала фиксирован и равен 750 Гц для прослушивания на головные телефоны с сопротивлением 100...300 Ом. Питание устройства осуществляется



Рис. 1

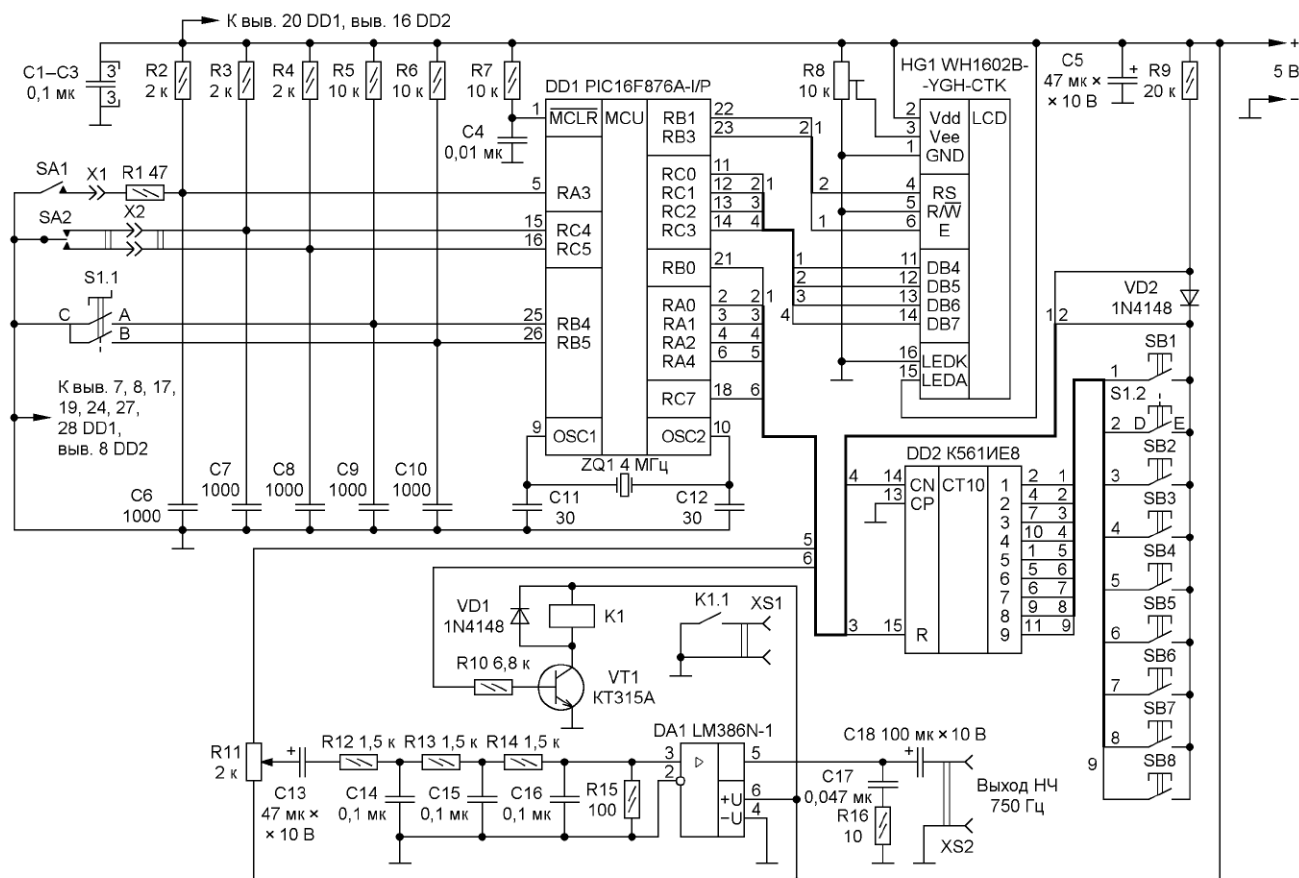


Рис. 2

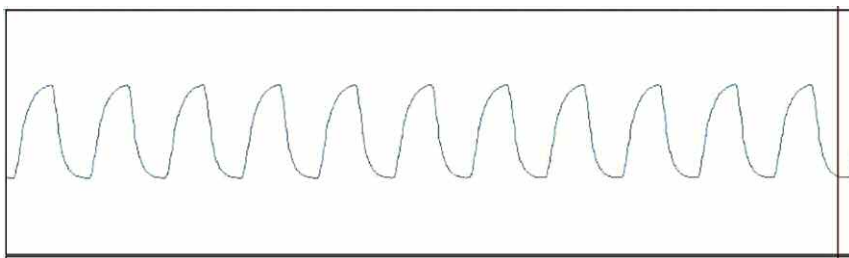


Рис. 3

ляется от любого источника постоянного напряжения 5 В. С успехом можно применять зарядное устройство для смартфонов. Кроме того, тренажёр способен генерировать смысловые тексты при определённых установочных кодах.

Устройство собрано на восьми-разрядном микроконтроллере (МК) PIC16F876A и дисплейном модуле WH1602B, у которого выводы расположены по верхнему краю. Схема тренажёра приведена на **рис. 2**. На экран

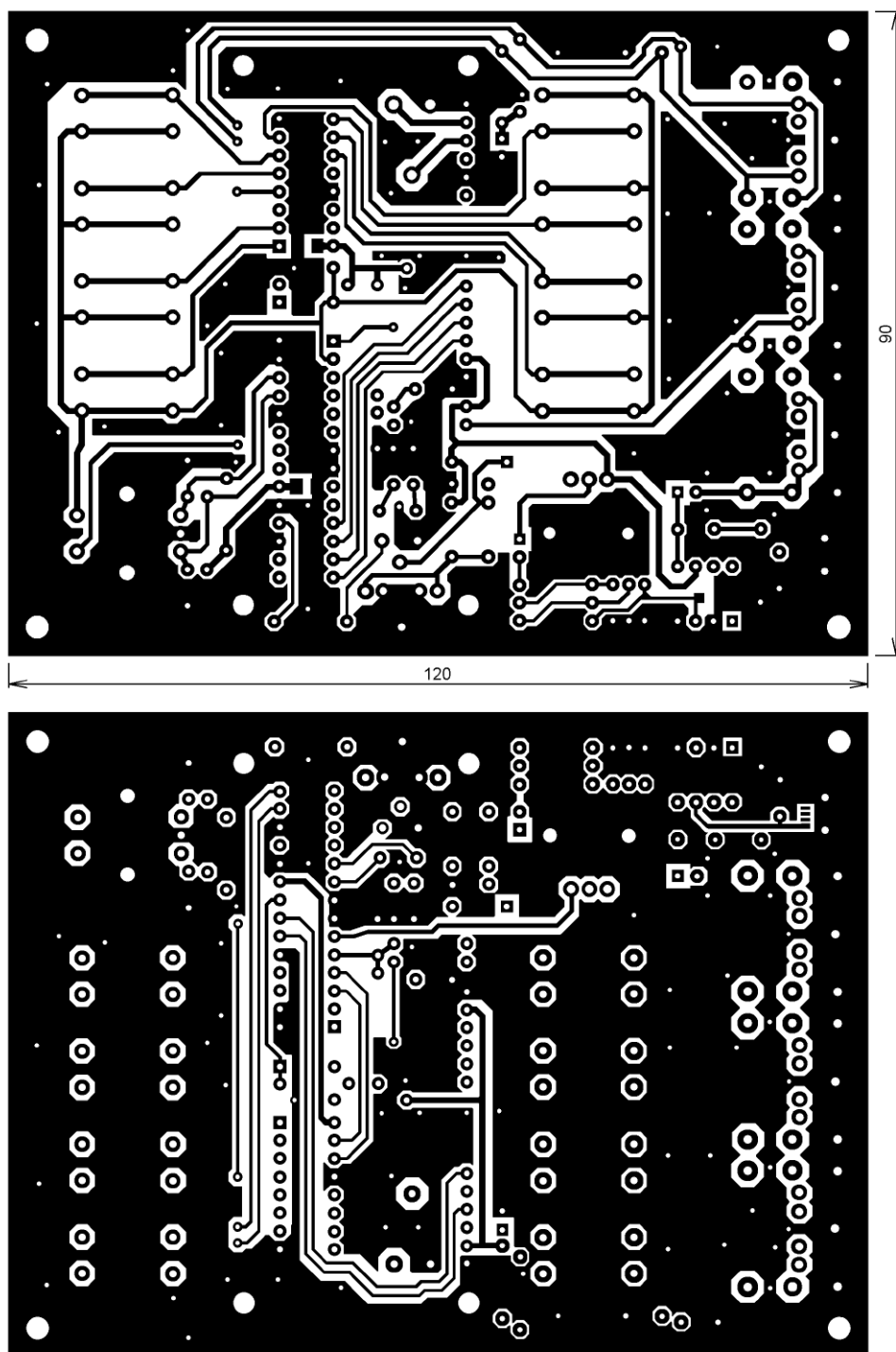


Рис. 4

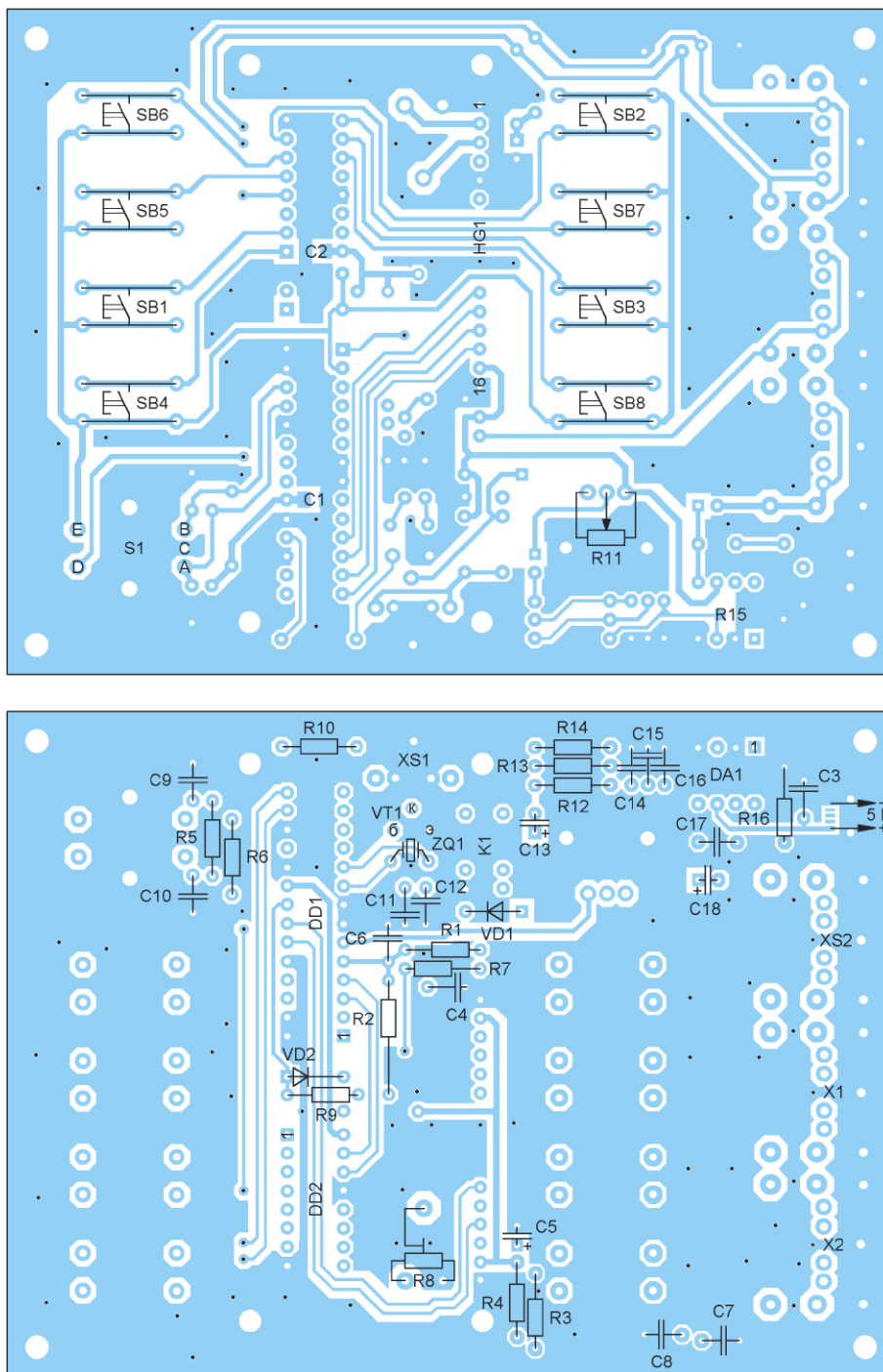


Рис. 5

дисплейного модуля выводится вся оперативная информация по работе тренажёра — скорость передачи знака, длительность паузы от трёх до девяти точек, четырёхзначный цифровой код кодограммы, а также режим "Рус, Лат, Цифр" и вид текста "Контрольный, Тренировочный".

Кроме того, на плате установлены переменный резистор для регулировки громкости тона и энкодер изменения скорости передаваемого знака. Во время передачи текста часть кнопок

управления блокируется, доступны только кнопка "Пуск-Стоп" и кнопка регулировки длительности паузы. Доступно и изменение скорости передачи энкодером. Смена текста производится набором кода четырьмя верхними кнопками. К каждому разряду привязана своя кнопка. Разряд меняется по нарастающей и по кольцу. При нажатии на кнопку энкодера происходит запись во внутреннюю память МК всех режимов, так что при следующем включении тренажёр будет готов к работе с ранее ус-

тановленными параметрами. При первом включении после программирования скорость передачи равна 100 знакам в минуту, код 2023. Пауза — три точки, режимы "Лат" и "Контрольный". При установке скорости передачи радиogramмы, равной 100 знакам в минуту, длительность точки равна 60 мс. Соответственно и пауза равна 60 мс. Итого период точки — 120 мс, длительность тире с паузой — 240 мс. Таким образом, выдерживаются точные тайминги соответствия системе PARIS.

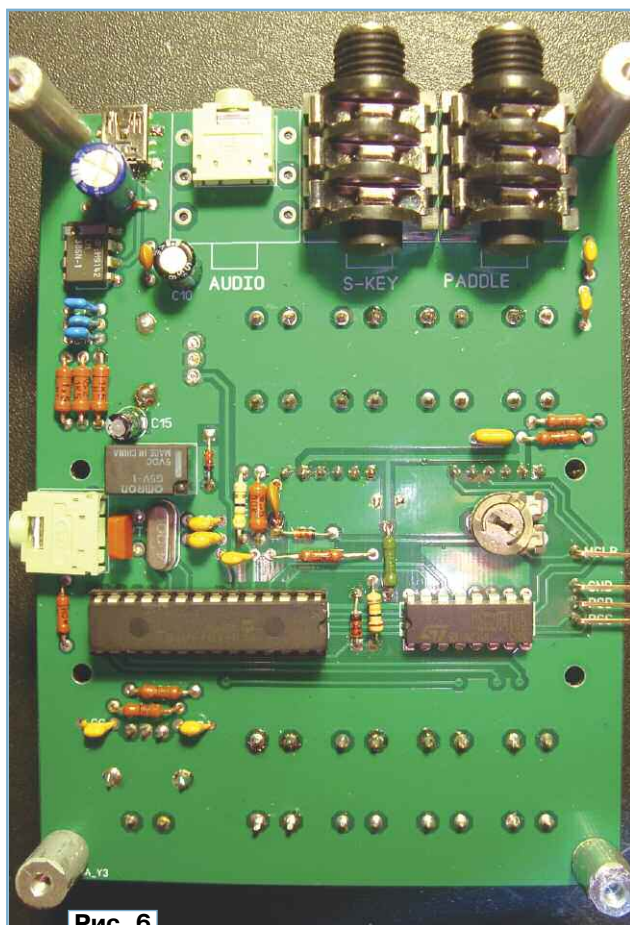


Рис. 6

Если установить входной код 0002, тренажёр начнёт генерацию русского смыслового текста объёмом в 51 разнокалиберное слово, т. е. это смесь из трёх-девятибуквенных слов. При установке кода 0003 тренажёр будет передавать смысловой текст объёмом 30 слов, состоящих из трёх букв. При коде 0004 — смысловой текст из четырёх букв. Код 0005 — из пяти букв, 0006 — из шести букв, 0007 — из семи букв, 0008 — из восьми букв и 0009 выдаст 25 смысловых слов из девяти букв. Эта функция очень полезна для получения навыка чтения радиogramм на слух без записи рукой. Кроме того, если будет установлен код 0000, то тренажёр начнёт передавать строфу из произведения А. С. Пушкина объёмом 302 знака.

Установочные коды 0000, 0002, ..., 0009 дают на выходе смысловой текст, независимо от положения других пунктов меню. Все остальные комбинации кода дадут несмысловые тексты.

В режиме "Стоп" доступна функция работы электронного ключа с ямбическим режимом В, а также возможно подключить обычный телеграфный ключ "коромысло". Таким образом, тренажёр даёт возможность тренироваться не только на приём, но и на передачу.

НЧ-сигнал снимается с вывода порта RA4 МК и имеет достаточную амплитуду, но его форма — меандр. Такой сигнал содержит много гармоник в своём спектре. Для приближения формы

колебаний сигнала к синусоидальному (рис. 3) сигнал про-

ходит через простой трёхзвенный RC-фильтр. Потери компенсируются усилителем НЧ на микросхеме LM386N-1. Для манипуляции внешними устройствами с вывода порта RC7 МК снимается сигнал для управления маломощным реле. Если необходимости в этом узле нет, можно не распаивать эту часть устройства. Применённое реле Omron G5V-1 не является обязательным элементом, как и управляющий транзистор VT1, а также диод VD2. При распаивании реле этот тренажёр через боковой разъём можно использовать для манипуляции внешним устройством.

Тренажёр собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на рис. 4, расположение деталей — на рис. 5. В отверстия, отмеченные чёрными точками, вставлены отрезки лужёного провода и пропапаны с двух сторон.

Устройство не имеет дефицитных деталей, и его сборка несложна. Применены резисторы МЛТ 0,125, выводные керамические конденсаторы — 2L5, за исключением двух конденсаторов (C1, C2) для поверхностного монтажа типоразмера 1206 и одного резистора (R15) для поверхностного монтажа типоразмера 0805 в узле УНЧ, которые с успехом можно заменить выводными деталями. Применены МК PIC16F876A в корпусе DIP с 28 выводами и микросхема обслуживания клавиатуры K561IE8, которую можно заменить импортным

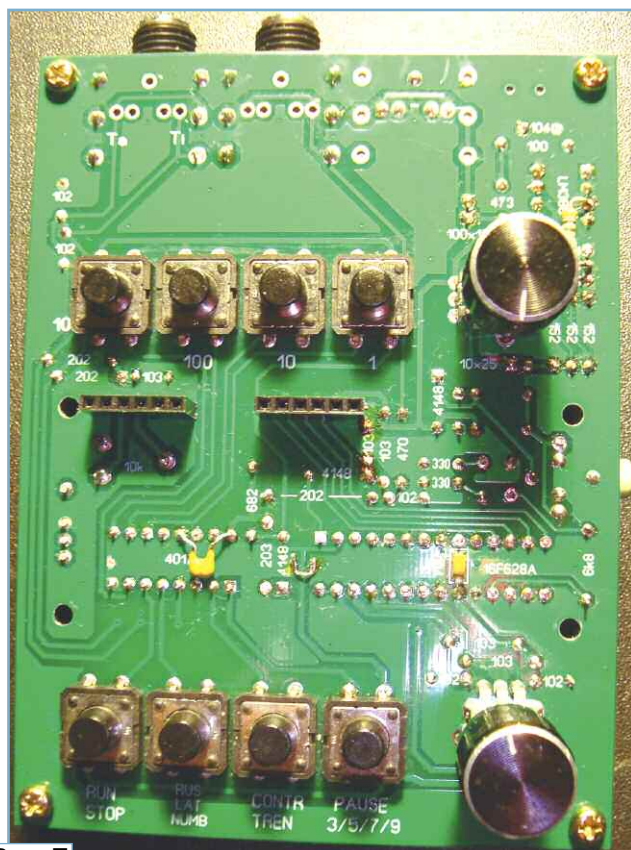


Рис. 7

колебаний сигнала к синусоидальному (рис. 3) сигнал про-

аналог CD4017. Тактирование МК зависит от кварцевого резонатора HC49S3 частотой 4 МГц.

С помощью стоек винт-винт М3 длиной 11 мм к базовой плате крепится дисплей через штыревой разъём. Детали тренажёра устанавливаются с обеих сторон платы. На одной стороне (рис. 6) установлены микросхемы и дискретные детали, на другой стороне (рис. 7) расположены кнопки, дисплей и органы регулировки громкости и скорости. Плата разведена так, что возможна установка разъёмов для штекеров подключения телеграфных ключей диаметром как 5 мм, так и 3 мм. Питание на плату поступает через разъём USB-B mini, который на схеме не показан. В первом варианте тренажёра присутствуют выводы для внутрисхемного программирования (на рис. 6 с правой стороны). В окончательном варианте они убраны.

Несколько слов о работе встроенного автоматического ключа для тренировок на передачу. Ключ допускает работу как на однорычажных, так и на двухрычажных манипуляторах. На двухрычажном манипуляторе возможна работа в ямбическом режиме. Самоконтроль ничем не отличается от приёмного режима.

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout, папка с гербер-файлами, файлом сверловки, а также прошивка микроконтроллера находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/gamma-pic.zip> на нашем ftp-сервере.

Индикатор радиоактивности с ручным электрогенератором

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

В статье приводится описание конструкции простого индикатора радиоактивности с электропитанием от ручного электрогенератора, в качестве которого использован шаговый электродвигатель. Прибор выполнен на базе датчика CTC-5, допустимо его заменить датчиком СБМ-20 или СИ-22Г. Конструкция разработана с

пользованием солнечной энергии [4, 5], что не позволит применять солнечные батареи в качестве основного источника энергии.

Следует отметить, что известна конструкция полностью автономного индикатора радиоактивности [6]. Она представляет собой электроскоп, который заряжается за счёт электризации тре-

Схема индикатора показана на рис. 1. В качестве электрогенератора использован шаговый электродвигатель WESTON 4SHG-023A 39S 2.3V 1.5E 1.8°/STEP J.D.K 891. Этот электродвигатель имеет две обмотки, которые соединяют последовательно. К электродвигателю подключён трансформатор T1, который повышает напряжение, вырабатываемое генератором, примерно до 150...200 В. Применён понижающий маломощный трансформатор 230 В/8 В с максимально допустимым током вторичной обмотки 0,3 А, при этом его низкоомная (в обычном случае вторичная) обмотка подключена к шаговому двигателю, а высокоомная (в обычном случае первичная) обмотка подключена к удвоителю напряжения, который собран на конденсаторах C1, C2

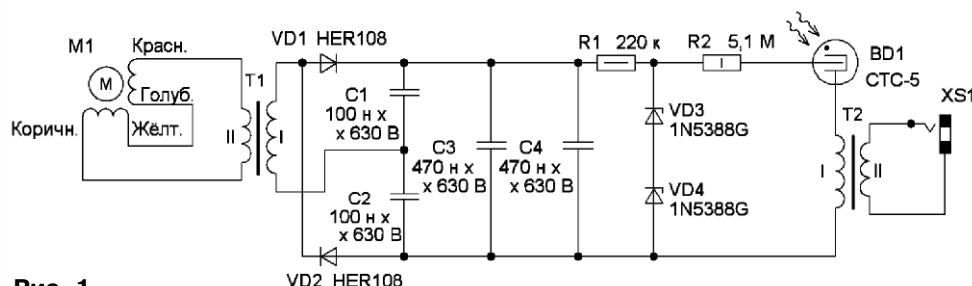


Рис. 1

использованием наиболее широко распространённых компонентов, не требует для своего повторения сложных технологий и может быть изготовлена начинающим любителем электроники.

В настоящее время нетрудно приобрести самые разнообразные модели индикаторов радиоактивности и дозиметров [1]. Кроме этого, любители электроники регулярно предлагают свои варианты таких приборов [2, 3]. Тем не менее, практически все конструкции, которые знакомы автору, требуют для своей работы химического источника тока, солнечной батареи или подключения к электросети. Поэтому по настоящему большая катастрофа сделает эти приборы бесполезными, особенно если будут проблемы с ис-

пользованием наиболее широко распространённых компонентов, не требует для своего повторения сложных технологий и может быть изготовлена начинающим любителем электроники.

пользованием наиболее широко распространённых компонентов, не требует для своего повторения сложных технологий и может быть изготовлена начинающим любителем электроники.

пользованием наиболее широко распространённых компонентов, не требует для своего повторения сложных технологий и может быть изготовлена начинающим любителем электроники.

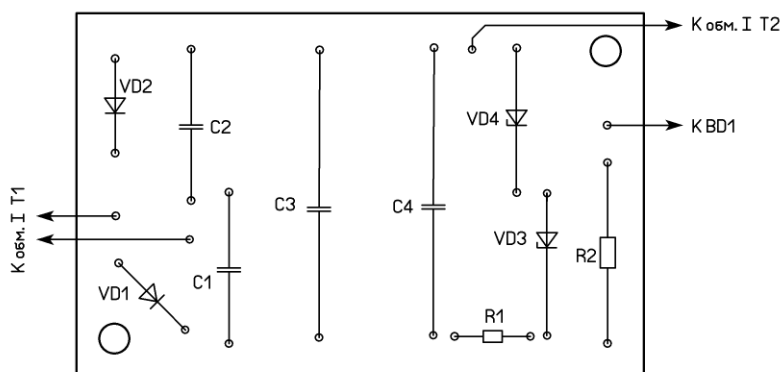
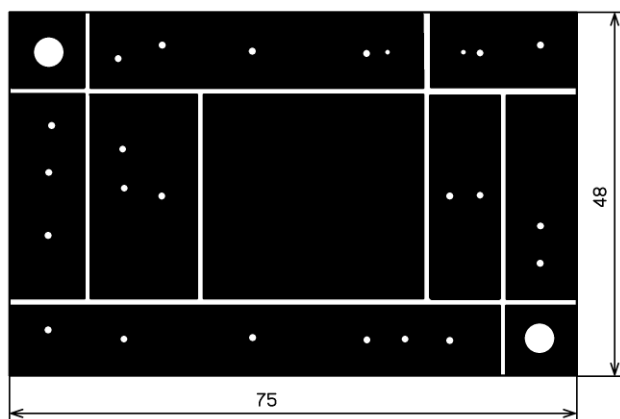


Рис. 2

Рис. 4



Рис. 3



Рис. 5



мально допустимым током вторичной обмотки 0,3 А, который аналогичен трансформатору Т1. В цепь счётчика Гейгера включена первичная высоковольтная обмотка трансформатора Т2, головные

телефоны подключены к низкоомной вторичной обмотке этого трансформатора. Для подключения головных телефонов использовано моногнездо XS1 (Jack 3,5 мм), но можно применить и стереогнездо FT6320 (Jack 3,5 мм; с выключателем). Это позволяет использовать для работы с этим индикатором обычные широко распространённые головные телефоны с разъёмом Jack 3,5 мм, что выгодно отличает этот прибор от устройств, которые требуют использование высокоомных головных телефонов ТОН-2 [9, 12] или пьезокерамического звукоизлучателя ЗП-1, который в подобной конструкции [10] даёт плохо различимый тихий звук.

Единственным относительно мало распространённым компонентом в устройстве является счётчик Гейгера ВД1. Все остальные компоненты или их аналоги могут быть легко приобретены или найдены в ненужной электронной аппаратуре. Это делает сборку данного устройства возможной почти в любых условиях.

Большая часть элементов индикатора размещена на односторонней печатной плате, изготовленной из стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм методом прорезания фольги. Чертеж платы показан на рис. 2.

Корпус индикатора изготовлен из отрезка пластмассового кабельного короба длиной 240 мм с поперечными размерами 60×35 мм [13]. Крышка имеет длину 175 мм, закрывая все основные компоненты, кроме шагового двигателя, который располагается в одном из торцов корпуса (рис. 3). На вал шагового двигателя надет маховик от детской швейной машинки (рис. 4). Противоположный торец корпуса за-

крыт Г-образной заглушкой, вырезанной из того же самого кабельного канала. Торцевая заглушка крепится на месте с помощью мебельного уголка МК размерами 16×16×12 мм (рис. 5). Разумеется, вместо неё можно использовать штатную заглушку для кабельного короба.

К корпусу с помощью четырёх винтов М4×50 с гайками крепится шаговый двигатель (рис. 6). Трансформаторы Т1 и Т2 закреплены с помощью хомутов, изготовленных из перфорированной металлической ленты. Счётчик BD1 крепится с помощью пластиковых самодельных хомутов. Общее расположение элементов устройства в корпусе показано на рис. 7.

Правильно собранное устройство начинает работать сразу и наладки не требует. Индикатор радиоактивности с подключёнными головными телефонами показан на рис. 8.

Если устройство работоспособно, то в головных телефонах будут слышны периодические щелчки, частота которых увеличивается, если к детектору



Рис. 6



Рис. 8



Рис. 7

поднести какой-либо объект, содержащий радиоактивные вещества, которые испускают гамма- или жёсткое бета-излучение. Для проверки индикатора в качестве импровизированного "контрольного источника" можно, например, использовать урановое стекло [14], вольфрамовые сварочные электроды (подойдут только электроды, легированные торием) [15] или калиевые удобрения [16]. Подсчитывая щелчки в головных телефонах, можно примерно оценить дозу ионизирующего излучения. Число щелчков за 40 с будет примерно соответствовать мощности экспозиционной дозы, выраженной в микроРентгенах в час [12]. Разумеется, подобный способ "измерения" не точен и не так удобен, как считывание показаний с экрана или стрелочного индикатора, но это неудобство является

обратной стороной простоты конструкции этого прибора. Также следует отметить, что ни этот простейший индикатор, ни сложное профессиональное оборудование не будут полезны, если пользователь не будет иметь минимальных представлений о действии ионизирующего излучения на живые организмы [17–21].

ЛИТЕРАТУРА

1. Как выбрать дозиметр? — URL: <https://mydozimetr.ru/blog/stati/kak-vybrat-dozimetr/> (26.11.2023).
2. Народная дозиметрия. Бюджетный детектор радиации своими руками. — URL: <https://habr.com/ru/articles/662343/> (26.11.2023).

3. Дозиметр для Серёжи. Часть II. "Столетние трубки" vs мирный атом. — URL: <https://habr.com/ru/articles/461107/> (26.11.2023).

4. Ядерная зима и её компьютерное моделирование в 80-х. — URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/668256/> (26.11.2023).

5. Тарко А. М., Пархоменко В. П. Ядерная зима: история вопроса и прогнозы. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yadernaya-zima-istoriya-voprosa-i-prognozy/viewer> (26.11.2023).

6. Дозиметр для Серёжи. Часть III. Народный радиометр. — URL: <https://habr.com/ru/articles/471236/> (26.11.2023).

7. Гражданская оборона на железнодорожном транспорте. Под ред. Волкова В. А. и Ильина Г. Т. — М.: Транспорт, 1987. — 280 с.

8. Полинг Л. Не бывает войны! — М.: Издательство иностранной литературы, 1960. — 236 с.

9. Автономный индикатор радиоактивности без батареек. — URL: <https://habr.com/ru/articles/752844/> (26.11.2023).

10. Индикатор радиоактивности без батареек. — URL: <https://tabun.everypony.ru/blog/electro/212349.html> (26.11.2023).

11. Лекомцев Д. Демонстрационный индикатор радиоактивного излучения. — Радио, 2015, № 1, с. 40, 41.

12. Поляков В. Индикатор радиоактивности. — Юный техник, 2011, № 7, с. 74–78.

13. Миниатюрный пластиковый корпус из бросовых материалов. — URL: <http://arv.radioliga.com/content/view/221/43/> (26.11.2023).

14. Урановое стекло. Радиоактивная красота! [Радиоактивные материалы]. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oGtffBQZD4uE> (26.11.2023).

15. Радиоактивные ториевые электроды WT-20. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nAYP2ow6xp4> (26.11.2023).

16. Радиоактивные удобрения. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QsSbeZePJL8> (26.11.2023).

17. Константинов А. Занимательная радиация. Всё, о чём вы хотели спросить: чем нас пугают, чего мы боимся, чего следует опасаться на самом деле, как снизить риски. — Новоуральск: ООО Аристократ, 2016, 224 с.

18. Мюллер Р. Физика для будущих президентов. — М.: Астрель: Полиграфиздат, 2011. — 416 с.

19. Радиохимия (часть 1). Начало. Химия — просто. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=RkJkqjNOBY> (26.11.2023).

20. Бекман И. Н. Радиохимия. Т. 1. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум. — М.: Из-во Урайт, 2014. — 473 с.

21. Хала И., Навратил Дж. Д. Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика. — М.: ЛКИ, 2012. — 432 с.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/indicator.zip> на нашем FTP-сервере.

Звуковоспроизводящее устройство "Спокойной ночи"

И. ЮСУПОВ, г. Бирск, Башкирия

Давно известно, что определённые звуки или мелодии действуют на человека успокаивающе, помогают расслабиться и способствуют засыпанию. В радиолюбительской литературе уже опубликовано немало схем имита-

лизирует о наличии напряжения питания устройства. Конденсаторы C1 и C2 — блокировочные, они уменьшают пульсации питающего напряжения, которые появляются при работе модуля A1.

настоящего шума прибора с живыми голосами чаек, звуки летнего леса, шум дождя по крыше, рассказы, исполненные спокойным, монотонным голосом, и т. п. Кратковременное нажатие на кнопку SB2 вызывает воспроизведение

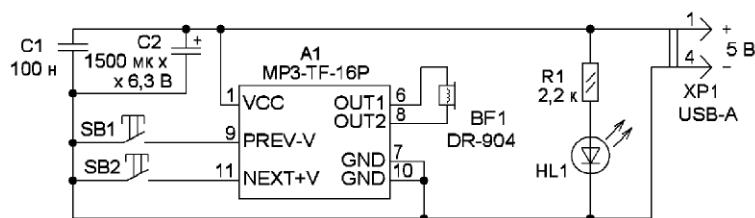


Рис. 1

торов шума морского прибора, включая даже крики чаек. Конструкцию подобного имитатора можно существенно упростить, если применить готовые модули. Схема устройства показана на рис. 1. Основа устройства — модуль MP3-плеера A1 (MP3-TF-16P). Управление осуществляется с помощью кнопок SB1 и SB2, светодиод HL1 сигнала

Звуковой файл, записанный на SD-карту, проигрывается модулем A1 после нажатия на кнопку SB2. После окончания проигрывания модуль переходит в режим паузы. Если человек не уснул, он может ещё раз нажать на кнопку SB2 и прослушать ещё один файл. Файлы могут содержать в себе записи

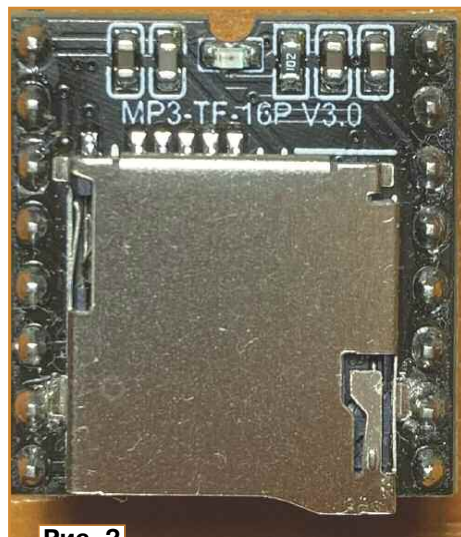


Рис. 2



Рис. 3

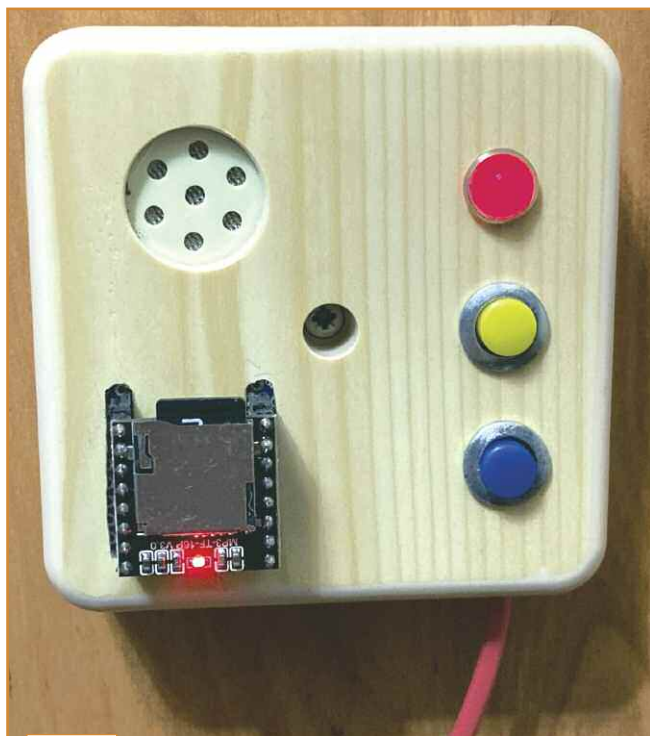


Рис. 4

следующего файла, а длительным нажатием можно увеличить громкость звукового сигнала. Кратковременное нажатие на кнопку SB1 приводит к воспроизведению предыдущего файла, продолжительное нажатие приводит к уменьшению громкости. Модуль A1 (рис. 2) может воспроизводить файлы формата MP3, записанные на SD-карту объёмом до 32 Гб. Но обычно такой объём не требуется, так как звуковые файлы занимают мало места.

Конструкция устройства может быть любой, главное — обеспечить лёгкую замену SD-карты. Если в качестве звуковых файлов предполагается использовать только рассказы и сказки, в качестве звукового излучателя можно применить телефонный капсюль DR-904, обладающий приятным тембром.

Конечно, можно применить и динамическую головку с сопротивлением не менее 8 Ом. В качестве корпуса удобно использовать стандартную распределительную коробку, например, как показано на рис. 3. Капсюль закрепляют с помощью клея или двустороннего скотча к крышке корпуса, в которой предварительно просверлено отверстие соответствующего диаметра. Кнопки закреплены там же. Макетная плата, на которой смонтированы гнезда PBS для установки модуля A1, крепится винтом M3 с гайкой к передней крышке, но крепёж скрыт вставленным модулем, так что фальшпанель не нужна, и конструкция имеет законченный вид (рис. 4).

Применён конденсатор C1 — плёночный или керамический, конденсатор C2 — оксидный K50-35 или импорт-

ный с номинальным напряжением не менее 6,3 В. Конденсаторы надо устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Резистор — МЛТ или импортный, капсюль BF1 — DR-904, его можно заменить аналогичным, например SD150 или ТДК-1. Светодиод — импортный любого цвета свечения, его яркость можно изменить подборкой резистора R1. Корпус — пластиковая распределительная коробка размерами 80×80×30 мм. Питается устройство через кабель с USB-разъёмом от ЗУ для телефона.

Правильно собранное из заведомо исправных деталей устройство не нуждается в наладке и готово к работе сразу. Необходимо только убедиться, что используемое в качестве блока питания зарядное устройство обеспечивает на выходе стабильное напряжение 5 В. ■

Металлоискатель для начинающих

А. СЕРОВ, г. Барановичи Брестской обл., Беларусь

Распространённые в настоящее время бытовые металлоискатели работают на основе различных методов. Один из них — измерение или регистрация изменения частоты ВЧ-генератора. С этой целью применяют

меняются в основном в профессиональной деятельности.

Металлоискатель, описание конструкции которого предлагается вниманию читателей, использует другой метод — регистрация изменений

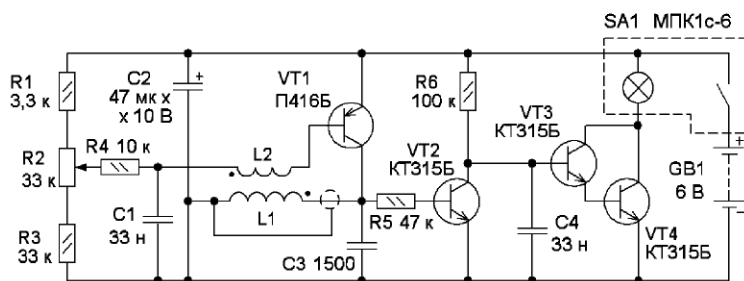


Рис. 1

различные методы, например, метод биений на основе смесителя (перемножителя) [1—3], частотного детектора традиционного или на основе ФАПЧ, цифрового частотомера [4]. В последние годы популярным стал импульсный метод (метод отклика). На основе этого метода работает распиаренный металлоискатель "Пират" [5], собранный на микросхемах. Ещё один метод — регистрация искажений магнитного поля [6]. Существуют, конечно, металлоискатели, использующие другие принципы, но они более сложные и при-

амплитуды сигнала ВЧ-генератора под воздействием расположенных близко к его LC-контуре металлических предметов. Схема исходного варианта металлоискателя, собранного много лет назад для поиска труб и люков колодезцев, засыпанных песком, снегом, закатанных в асфальт, показана на рис. 1. Он собран на четырёх транзисторах, прост как в изготовлении, так и в наладке. На транзисторе VT1 собран LC-автогенератор с индуктивной обратной связью. Частотозадающий контур — L1C3, L2 — катушка обратной связи.



Рис. 2

Катушки L1 и L2 расположены соосно, имеют разные размеры и между ними существует индуктивная связь. При этом транзистор VT1 автогенератора надо "держать на голодном пайке", ограничив ток базы настолько, чтобы возникшая генерация была на грани срыва. В таком состоянии LC-контур автогенератора наиболее сильно подвержен влиянию внешних факторов и реагирует на любой металл, находящийся между катушками. Это приводит не только к изменению частоты автогенератора, но и к снижению эквивалентной добротности LC-контра (потери в

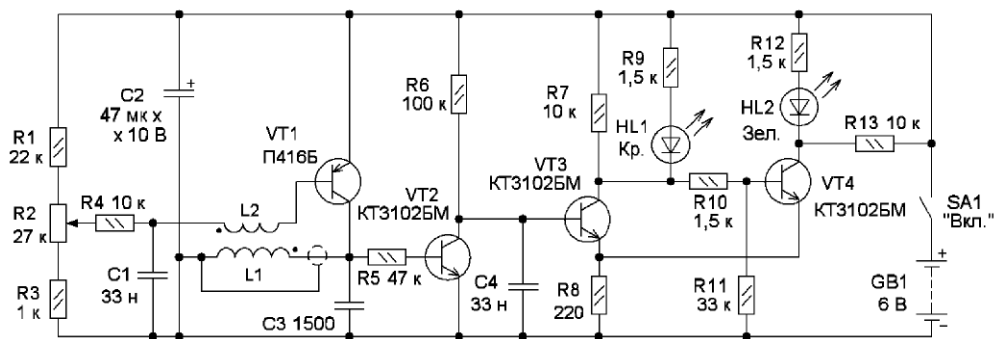


Рис. 3

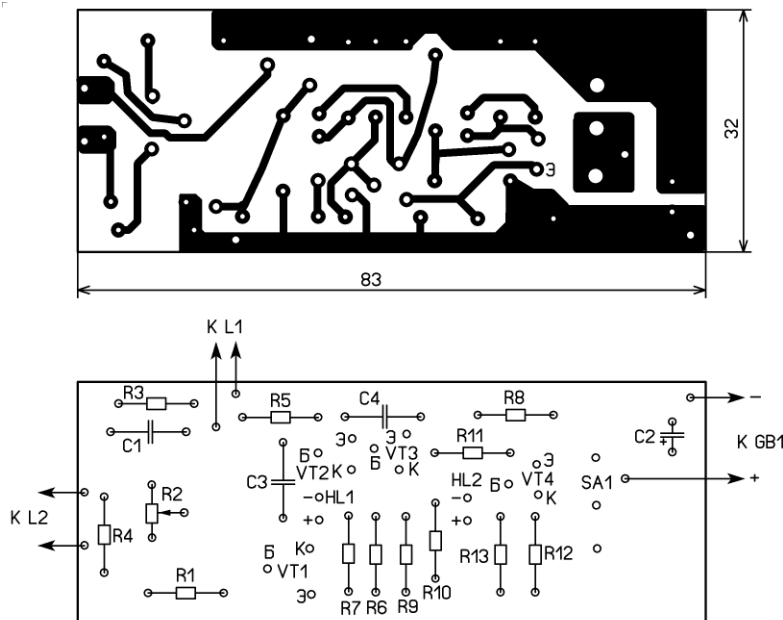


Рис. 4

контуре увеличиваются), а значит, и к уменьшению амплитуды колебаний вплоть до их срыва. Это происходит за счёт отбора части энергии, излучаемой генератором, посторонним металлическим предметом, в котором наводятся вихревые токи (токи Фуко).

На транзисторе VT2 собран детектор сигнала, который работает на микро-

ках, чтобы не нагружать LC-контур автогенератора. Конденсатор C4 сглаживает выпрямленное напряжение. На транзисторах VT3, VT4 собран усилитель тока по схеме Дарлингтона. Нагрузкой этого усилителя служит индикаторная лампа накаливания CMH 6,3, находящаяся внутри корпуса выключателя МПК1с-6 (рис. 2), поскольку в те вре-

мена светодиоды были не столь широко распространены. Если сейчас повторить эту конструкцию, взамен лампы накаливания можно установить светодиод с последовательно включённым токоограничивающим резистором сопротивлением 1,5...2 кОм. Конденсаторы C1 и C2 — блокировочные.

Металлоискатель работает следующим образом. Вдали от металлических предметов (в воздухе)

движок переменного резистора R2 устанавливают в верхнее по схеме положение. При этом автогенератор работать не должен, транзистор VT2 будет закрыт, через резистор R6 открывающее напряжение поступит на базу транзистора VT3. Он, а вслед за ним и транзистор VT4 открываются, и лампа накаливания станет светить. Плавным перемещением движка переменного резистора R2 добиваются возникновения генерации, при этом транзистор VT2 открывается, а транзисторы VT3, VT4 закрываются, и лампа гаснет. При приближении к катушке автогенератора металлического предмета амплитуда колебаний уменьшается, транзистор VT2 закрывается, и включается лампа накаливания.

В устройстве можно применить постоянные резисторы МЛТ, переменный — СПО, СП4-1, конденсатор C2 — оксидный К50-35 или импортный, остальные конденсаторы — К10-17. Если применить индикаторный светодиод, как об этом сказано выше, выключатель питания можно использовать любой малогабаритный. О конструкции катушек будет сказано далее. Смонтировать все элементы можно на макетной печатной плате. Потребляемый устройством ток определяется в основном лампой накаливания — это не более 20 мА, когда лампа включена. Источник питания — батарея из четырёх гальванических элементов типоразмера АА или ААА.

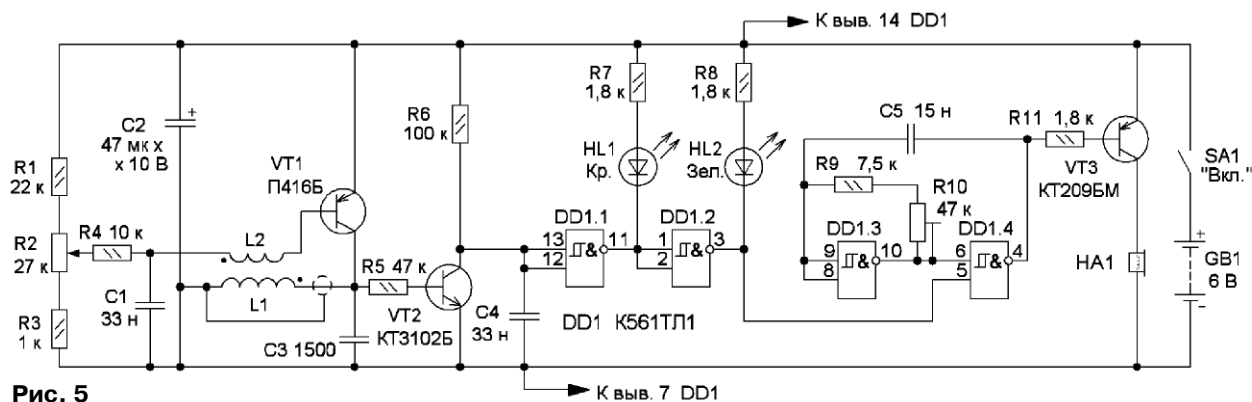


Рис. 5

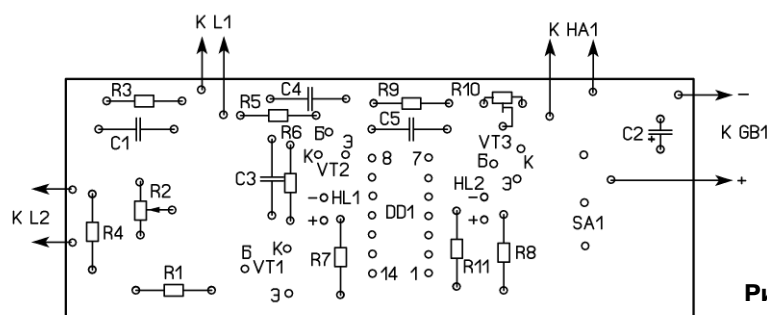
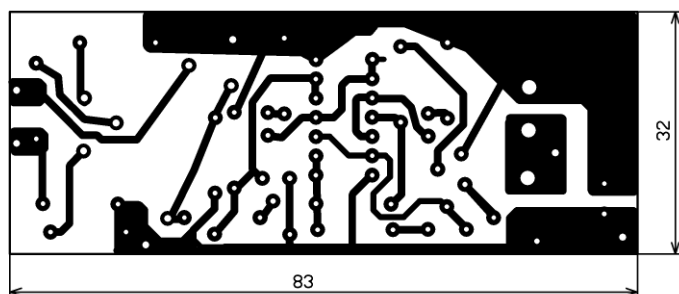


Рис. 6

Налаживание начинают с проверки усилителя тока. Не впаявая резистор R5, через резистор сопротивлением 1 МОм соединяют базу транзистора VT2 сначала с минусовой, а затем с плюсовой линией питания. В первом случае лампочка (светодиод) загорится, а во втором — погаснет. Значит, усилитель работает. Впаяв резистор R5, вращая движок резистора R2 в разные стороны, будет наблюдаться та же картина. Если нет, надо поменять местами концы катушки L2 или заменить транзистор VT1.

Из разных испытанных транзисторов лучше всех в автогенераторе работает транзистор П416Б (П416А). Если у него будет большой коэффициент передачи по току, автогенератор сразу резко входит в режим самовозбуждения. Чтобы добиться плавного возникновения возбуждения, можно отмотать витки катушки L2, но поскольку это неудобно, в эмиттер транзистора VT1 можно установить резистор сопротивлением 10...50 Ом.

По просьбе внука был изготовлен второй вариант металлоискателя, который собран на более современных элементах (рис. 3). Как и в первом варианте, он содержит автогенератор на транзисторе VT1 и детектор на транзисторе VT2. Взамен усилителя тока на транзисторах VT3, VT4 собран триггер Шмитта и использованы два светодиода разного цвета свечения. Применение триггера Шмитта позволило сделать порог обнаружения более чётким.

Металлоискатель состоит из того же генератора, собранного на

транзисторе VT1, детектора на транзисторе VT2 и триггера на транзисторах VT3, VT4, в коллекторные цепи которых включены светодиоды HL1 и HL2. При наличии генерации светит светодиод HL2 зелёного свечения. При снижении амплитуды сигнала автогенератора или срыве генерации (металл найден) загорается светодиод HL1 красного свечения. О включении металлоискателя свидетельствует один из светящихся светодиодов.



Рис. 7

Здесь применены в основном аналогичные детали. Светодиоды можно применить любые маломощные с диаметром корпуса 3...5 мм разного цвета свечения.

Налаживание проводят по аналогии с первым вариантом. Сначала проверяют работу триггера Шмитта, так же как и усилителя тока, при этом светодиоды должны переключаться. Затем проверяют работу металлоискателя в целом.

Элементы устройства (кроме катушек) можно разместить на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы и размещение на ней элементов показаны на рис. 4. Плата рассчитана для установки выключателя MT-1.

Был изготовлен и третий вариант металлоискателя, дополненный звуковой сигнализацией, его схема показана на рис. 5. Он состоит также из генератора на транзисторе VT1 и детектора на транзисторе VT2. Дополнительно введена микросхема К561ТЛ1. Из четырёх её элементов два (DD1.1 и DD1.2) использованы для световой индикации, а остальные два (DD1.3 и DD1.4) — для построения звукового генератора. Взамен этой микросхемы можно применить микросхему К561ЛА7, их цоколёвка совпадает, а разница в работе малозаметна, просто будет менее чёткое переключение.

Акустический излучатель — малогабаритный электромагнитный сопротивлением несколько десятков или сотен ом. Взамен электромагнитного звукоизлучателя можно применить пьезоэлектрический, например НРМ14А. В этом случае элементы R11, VT3 становятся ненужными, а пьезоизлучатель подключают между выходом элемента DD1.4 и плюсовой линией питания. Громкость сигнала при этом уменьшится. С помощью подстроечного резистора R10 можно изменять частоту звукового сигнала.

Для устройства можно использовать печатную плату, чертёж которой и размещение на ней элементов показаны на рис. 6.

Налаживание проводят в той же последовательности, как и в предыдущих случаях, только теперь при включении светодиода красного свечения появляется и звуковой сигнал.

Следует отметить, что металлоискатель с триггером Шмитта на транзисторах получился более чувствительным, чем при применении цифровой микросхемы. Видимо, это связано с разным напряжением их переключения.

Катушка L1 изготовлена следующим образом. В дощечку были вбиты два гвоздя на расстоянии

25 см друг от друга, и между ними намотано 70 витков эмалированного провода ПЭЛ 0,2. Итого потребуется примерно 35 м провода. Был использован провод от отклоняющей системы кинескопа старого телевизора. В результате получилась катушка с длиной окружности 50 см и диаметром около 16 см. Затем был взят отрезок старого телевизионного коаксиального кабеля диаметром 8 мм и длиной 55...60 см. Внешняя изоляция кабеля была аккуратно разрезана вдоль и удалена. В неё вставлена намотанная катушка. Внешнюю изоляцию кабеля подгоняют по длине так, чтобы получилось замкнутое кольцо, затем плотно обматывают изоляционной лентой. Катушку соединяют с платой металлоискателя экранированным проводом, который проходит в держателе-ручке. Экранированный провод можно сделать из экранирующей оплётки от кабеля и отрезка монтажного провода в изоляции. При этом частота автогенератора с конденсатором $C3 = 1500$ пф получилась примерно 80 кГц.

Держатель катушек, корпус металлоискателя (размеры — $850 \times 750 \times 50$ мм) и его крышка изготовлены из пластмассы толщиной несколько миллиметров. Была использована задняя крышка от старого телевизора. П-образная крышка металлоискателя закреплена двумя винтами М3 и может вращаться, это позволяет открывать её без какого-либо инструмента для смены элементов питания (рис. 7). По центру держателя, на котором закреплена катушка L1, приклеены два пластмассовых диска толщиной 3...4 мм. Сначала — первый диск диаметром 20 мм, который служит оправкой. Затем приклеивают второй диск диаметром 35 мм, ко-

торый выполняет функцию ограничителя обмотки. На первый диск наматывают 40...50 витков провода ПЭЛ 0,2. Это будет катушка L2, её соединяют с платой витым изолированным проводом.

Плата крепится в корпусе за счёт гаек крепления выключателя SA1 и переменного резистора R2. Ручка металлоискателя — колено от старой телескопической удочки. Внешний вид металлоискателя показан на рис. 8.



Рис. 8

В процессе налаживания было выяснено, что для повышения чувствительности металлоискателя автогенератор на транзисторе VT1 лучше питать пониженным напряжением 3...3,3 В. Проще всего это сделать, запитав его от стабилизатора напряжения на микросхеме.

Можно также уменьшить общее напряжение питания металлоискателя, но тогда придётся применить светодиоды красного свечения, поскольку они светят при напряжении 1,5...1,8 В.

Какая частота подходит лучше для металлоискателя, мне не известно. Глубина обнаружения напрямую зависит от диаметра катушки L1 и свойств почвы. Причём чем больше глубина обнаружения, тем больше должен быть диаметр катушки L1 и массивнее должен быть металлический предмет. Но большая катушка будет слабо реагировать на мелкие предметы.

При испытании в "полевых условиях", во дворе многоэтажки, возле скамейки, где любят отдыхать любители свежего воздуха, был обнаружен "клад" в виде горстки металлических пробок от бутылок и несколько гвоздей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгак Л., Степанов А. Металлоискатель. — Радио, 1984, № 1, с. 49, 50.
2. Нечаев И. Металлоискатель на микросхеме. — Радио, 1987, № 1, с. 49.
3. Соломеин В. Металлоискатель с дополнительными функциями. — Радиомир, 2011, № 11, с. 18—20.
4. Щедрин А., Колоколов Ю. Металлоискатель по принципу частотомера. — Радиолобитель, 2002, № 5, с. 17—20.
5. Металлоискатель "Пират" своими руками. — URL: <https://clck.ru/376BDS> (14.12.23).
6. Джуган В. Ключка-металлоискатель. — Радио, 2019, № 4, с. 34—36.

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/02/metal.zip> на нашем FTP-сервере.

Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Raspberry Pi"

("Радио", 2024, № 1, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

1 Ответ — 1. Микросхема U4 фирмы Diodes — это супервизор питания, имеющий выход с открытым

стоком. Напряжение на выводе U4:2 становится близким к нулю при определённой просадке напряжения VCC.

Если судить по цифрам в названии, супервизор APX803-46SAG должен срабатывать при напряжении VCC менее 4,6 В, после чего транзистор Q1 закрывается, светодиод D1 выключается, и в систему поступает сигнал уведомления о низком напряжении питания с записью в журнал ядра.

Согласно справочным данным на супервизор его порог срабатывания имеет заводской разброс 4,56...4,7 В при комнатной температуре. Следовательно, при напряжении VCC = 4,63 В в некоторых модулях RPi 3В светодиод выключится, а в некоторых — нет, что зависит от параметров конкретно установленной микросхемы U4.

2 Ответ — 1. Сигнал LED формируется программно от прикладного процессора (AP — Application Processor). При выставлении лог. 1

транзистор Q4 открывается, светодиод D6 гаснет. И наоборот, при выставлении лог. 0 светодиод загорается.

Рассматриваемый узел не эффективен с точки зрения экономии энергии, поскольку при погашенном светодиоде ток от источника 5 В всё равно потребляется через резистор R70 и открытый канал "сток—исток" транзистора Q4.

Если на AP не будет подаваться питание, например, из-за аварии стабилизатора 3,3 В, транзистор Q4 будет закрыт, но светодиод сохранит свою основную функцию — индикацию наличия системного напряжения 5 В. При стандартной "экономичной" схеме, с последовательным соединением светодиода и транзистора, такой возможности нет.

3. Ответ — 0. Связь линий GPIO с внешним миром осуществляется через унифицированный 40-контактный разъём, присутствующий почти во всех модулях RPi. Программисту доступны 28 линий GPIO0—GPIO27. В рассматриваемой схеме линию GPIO23 надо настроить на вход, чтобы принять сигнал тревоги "сухой контакт" от клемм ALARM охранной системы A1. Поскольку одна из клемм соединяется с общим проводом, то для уверенного приёма нужно к входу GPIO23 AP программно подключить внутренний "pull-up" (не "pull-down") резистор, применив функцию "pullUpDnControl (23, PUD_UP)".

"Pull-up" резистор сопротивлением около 50 кОм соединяется внутри AP с цепью 3,3 В, поэтому при разомкнутых клеммах ALARM напряжение на входе GPIO23 будет лог. 1, а при замкнутых — лог. 0.

Резистор R1 защищает линию GPIO23 от КЗ, если в программе она будет случайно настроена как выход. При длинном кабеле связи желательно предусмотреть дополнительную защиту от помех и наводок, установив параллельно цепям GPIO23 и GND стабилитрон 3V0 (или супрессор) и конденсатор ёмкостью 0,01...0,22 мкФ.

4. Ответ — 0. На разъём J7 выводятся звуковые сигналы левого и правого каналов, а также аналоговый композитный видеосигнал для подключения телевизора, монитора или проектора, имеющих входы AV. В кабеле с одной стороны должен быть разъём "мини-джек" TRRS 3,5 мм, а с другой — три "тюльпана" RCA. Длина кабеля — 1,5...1,8 м, при этом надо учитывать его схемные разновидности, требующие прозвонки проводов [1].

В названии разъёма упоминается аббревиатура TRRS: Tip (штырь), Ring (первое кольцо), Ring (второе кольцо), Sleeve (гильза), что соответствует рис. 1.

Важный нюанс. Формально в разъёме J7 имеется пять выводов, но его нельзя отнести к типу TRRRS, поскольку контакт J7:5 не информационный, а контрольный. Механика в разъёме устроена так, что при подстыковке внешнего кабеля цепь между кон-

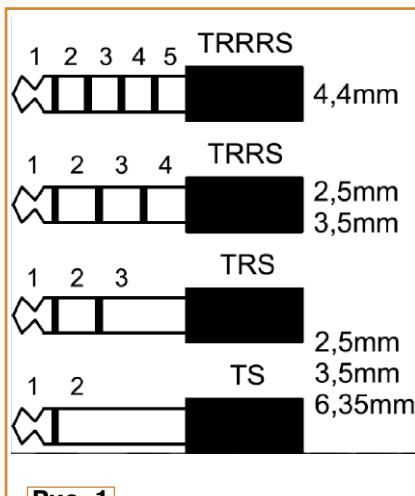


Рис. 1

тактами J7:4 и J7:5 автоматически разрывается.

5. Ответ — 0 или 1. А вот и "пельмень с монеткой". Оба ответа на вопрос викторины — правильные. Внутри чипа RP3A0-AU, действительно, находятся кристаллы двух отдельных микросхем (процессор BCM2710A1 и ОЗУ LPDDR2 объёмом 512 МБ), соединённых с подложкой более чем 800 золотыми перемычками. Откуда такая уверенность? Из экспериментов по просвечиванию платы RPi Zero 2W рентгеновскими лучами [2].

Кристаллы внутри чипа RP3A0-AU размещаются друг над другом с

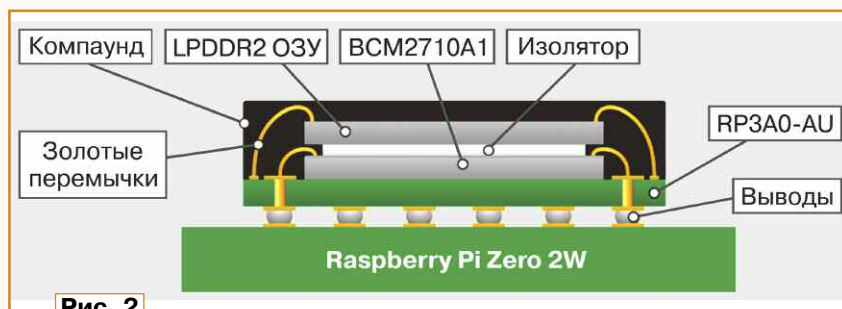


Рис. 2

целью экономии места. Для изоляции они разделяются кремниевой пластиной, а для жёсткости заливаются компаундом (рис. 2). Технология называется SiP (System-in-Package) — система в корпусе, причём внутри может находиться целая этажерка из кристаллов.

6. Ответ — 1. Возле УГО резисторов, конденсаторов, дросселей на схемах многих модулей RPi приводится информация, характерная для перечней элементов. Например, глядя на схему RPi 4B, можно сразу сказать, что резистор R79 имеет сопротивление 5,1 кОм, мощность 63 мВт, допуск $\pm 1\%$ и типоразмер SMD M1005.

Габариты элементов прописаны в типоразмере: "М" — метрическая система, "10" — длина 1 мм, "05" — ширина 0,5 мм. Соответственно ответ на вопрос викторины выглядит так: C118 (M0603), R79 (M1005), C19 (M1608), FB12 (M2012). То же самое, но в общепринятой дюймовой системе: C118 (0201), R79 (0402), C19 (0603), FB12 (0805).

Интересное наблюдение. На схемах всех модулей RPi типоразмеры SMD-элементов указаны метрические, хотя фирма-разработчик Raspberry Pi Foundation расположена в Великобритании, где предпочтение традиционно отдаётся дюймам, футам, ярдам. Хуже всего, что не везде в типоразмерах приводится буква "М", хотя она должна быть. В частности, на схеме RPi Computer Module 3 имеется конденсатор "C60 100п 0603". Как догадаться, какой у него типоразмер — дюймовый 0603 (дюймовый 0201)?

7. Ответ — 1. В существующих моделях RPi отсутствует канал АЦП, что не позволяет оцифровывать положение движка переменного резистора R1, как в Arduino. Можно лишь выставить крайние значения и задать два режима свечения: "ярко—тускло". Чтобы осуществить плавное регулирование яркости, надо использовать внешний АЦП или, в простейшем случае,

подключить резистор R1 параллельно светодиоду HL1 по реостатной схеме.

8. Ответ — 1. Извилистые линии проводников на печатных платах можно увидеть в смартфонах, ноутбуках, ПК и т. д. В модуле RPi 3B+ извилистыми линиями подводятся сигналы от AP BCM2837B к разъёмам

интерфейсов HDMI и CAMERA (MIPI CSI). А в них, как известно, используются дифференциальные импульсные сигналы, требующие полного симметрирования цепей, как в витых парах.

Дифференциальные сигналы, в идеале, должны быть равными по амплитуде и противоположными по полярности, чтобы через "землю" не протекал обратный ток. Гарантируется это специальной схмотехникой драйверов внутри AP, а также одинаковыми длинами проводников на печатной плате.

Современные программы САПР позволяют развести выбранные пары проводников строго одинаковой длины. Например, в программе Altium Designer применяется директива Differential Pair с метками N и P для каждого проводника пары.

При разводке используется техника "серпантина". Разработчик не в силах указать программе САПР, с какой стороны в конкретном месте проводить извилистую линию, всё зависит от топологии. Рисунок формируется автоматически и безошибочно.

9. Ответ — 0. Микросхема U5 • FSUSB42UMX фирмы Onsemi — это двунаправленный ВЧ-коммутатор сигналов USB 2.0 на два порта (bidirectional, two-port, high-speed, USB-switch). Внутри коммутатора находятся электронные ключи, которые ретранслируют сигналы D+, D- от AP к разъёмам J14 или J15. Это означает, что одновременно активным будет лишь один из разъёмов.

Функцию Host или Slave в устройствах USB можно определить по направлению тока в цепи Vbus, а это — контакты J14:1 и J15:1.

На разъём J14 подаётся напряжение 5 В от "сетевой вилки", следовательно, он выполняет функцию Host и может снабжать питанием внешнее периферийное устройство, например, USB-флешку, мышь, клавиатуру и пр.

На разъём J15, наоборот, питание 5 В поступает извне, что характерно для функции USB Slave. После подачи напряжения на контакт J15:1 открывается транзистор Q5, на входе SEL U5:10 формируется лог. 0, сигналы D+, D- отключаются от выводов HSD2+, HSD2- и подключаются к выводам HSD1+, HSD1- микросхемы U5.

10. Ответ — 0. Полные электрические схемы модулей RPi для пользователей не доступны. Такова политика фирмы Raspberry Pi Foundation. В Интернете можно официально скачать лишь уменьшенные

копии схем, сопровождаемые указанием Reduced Schematic. Хорошо это или плохо?

С одной стороны, на усечённых односторонних схемах оставлены лишь разъёмные окончания внешних интерфейсов и система питания, чего достаточно для простых

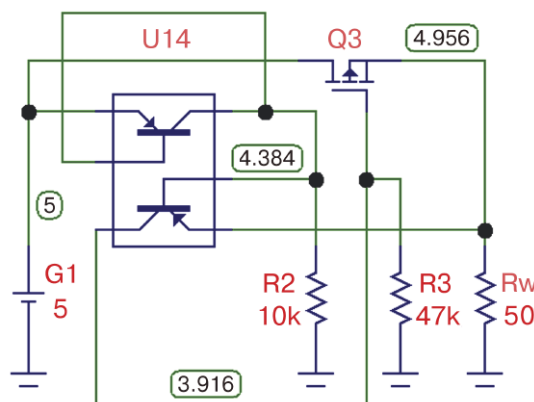


Рис. 3

ремонтных работ. С другой стороны, появляется неопределённость в трактовке функций сигналов, теряются взаимосвязи между элементами.

На схемах всех модулей RPi перенос сигналов на другие листы обозначается знаком, похожим на сочленённые контакты разъёма. То есть сигналы CAM_GPIO0, CAM_GPIO1, SCL0, SDA0 в рассматриваемом случае имеют продолжение на одном или нескольких отсутствующих листах. С какими радиоэлементами они соединяются, не известно.

Стрелки контактов "разъёма" показывают направление движения информации. В частности, все сигналы, поступающие на контакты J3:11—J3:14, являются выходными. Правда, есть одна неувязка. Сигнал SDA0 относится к интерфейсу I²C и может быть как входным, так и выходным. К сожалению, фирма не придумала, как на схемах изображать двунаправленные сигналы, это надо учитывать при анализе.

11. Ответ — 0. Через силовой контакт Vbus разъёма USB может подаваться напряжение питания 5 В как на плату SBC, так и на внешнее периферийное устройство. В первом случае ток должен протекать от цепи Vbus к цепи 5V, во втором — наоборот.

Узел на транзисторах Q3, U14 и резисторах R2, R3 представляет собой так называемый "идеальный диод" [3],

анод которого подключается к цепи Vbus, что и является ответом на вопрос викторины.

Моделирование работы узла в среде Micro-Cap 12.2.0.5 (рис. 3, транзисторы U14 BCM857BS, Q3 DMG2301U) показывает, что падение напряжения между входом и выходом составляет всего лишь 44...51 мВ при токах нагрузки 0,1...0,5 А.

12. Ответ — 1. Линии GPIO в модулях RPi можно запрограммировать на разный ток ограничения по выходу Current Limit. Тремя младшими разрядами регистра Drive Strength Control ток выставляется в пределах от 2 до 16 мА с шагом 2 мА [4]. Например, при DR[0] = 1, DR[1] = 1, DR[2] = 0 к линии GPIO4 параллельно подключаются драйверы U1, U2, U4, что в сумме даёт ток 2 + 4 + 2 = 8 мА.

Верхний "кружок" на УГО драйверов U1—U3 означает вход управления с низким активным уровнем. Почему же тогда для включения драйвера надо устанавливать в соответствующем разряде "единицу", а не "ноль"? Подсказка кроется в надписи "Tri-state Control", в которой упоминается третье состояние, т. е. при подаче на "кружок" управления нулевого уровня происходит перевод выхода драйвера в Z-состояние.

Следует правильно понимать, что заданный в программе ток ограничения 2...16 мА не защищает линию AP от аварии при КЗ по выходу. Он всего лишь определяет максимальный ток нагрузки, при котором уровни лог. 0 и лог. 1 будут находиться в допуске по спецификации параметров RPi 3х, соответственно не более 0,4 В и не менее 2,3 В. Чем больше ток ограничения, тем больше потребление энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Raspberry Pi 4-pole Audio/Video Jack. — URL: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/2014/07/raspberry-pi-model-b-3-5mm-audiovideo-jack/> (05.11.23).
2. Look inside the Raspberry Pi Zero 2 W and the RP3A0-AU. — URL: <https://www.jeffgeerling.com/blog/2021/look-inside-raspberry-pi-zero-2-w-and-rp3a0-au> (05.11.23).
3. [Tutorial] 2 Spannungsquellen versorgen einen Raspery Pi oder d. USB Geräte. — URL: <https://www.mikrocontroller.net/topic/399434> (05.11.23).
4. GPIO and the 40-pin Header. — URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html> (05.11.23).

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

