

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ТАЙМЕР ДЛЯ МОЩНОЙ НАГРУЗКИ

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

АППАРАТ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ



- *Симулятор резольвера*
- *Микросхема LM1875T в ИП*
- *Измеритель ёмкости аккумуляторов*
- *Устройство для накала свечи*

...и ещё 11 конструкций

10 2021





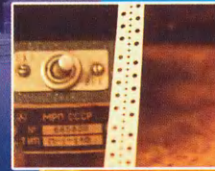
Музей "История электросвязи и вычислительной техники"

О. РАЗИН, г. Москва

(см. статью на с. 12)



Телеграф Крида. Пишущее устройство (справа).
Считывающее устройство (слева).



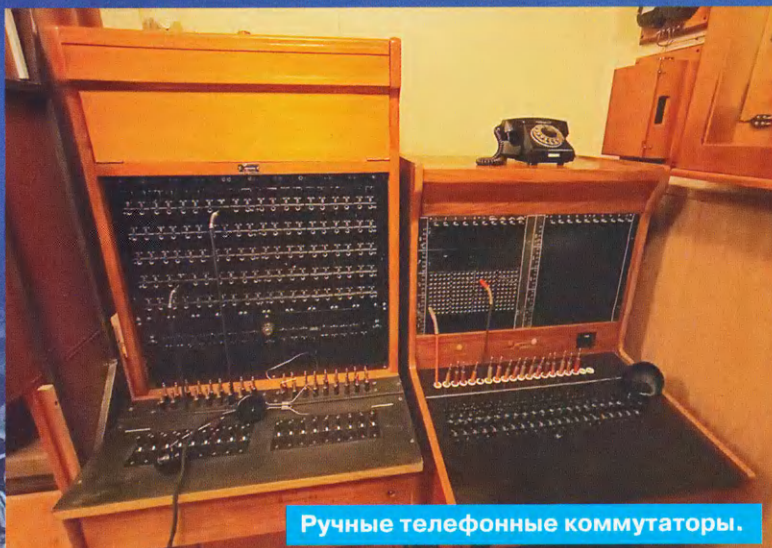
Телеграф Крида. Перфоратор.



Телеграфный аппарат Морзе производства Лоси-
ноостровского завода, 1930г. (слева).
Гальваническая батарея для питания телеграф-
ного аппарата в "поле".



Автоматическая декадношаговая
телефонная станция.



Ручные телефонные коммутаторы.

Пульт проверки 1ГИ,
2-4ГИ и ЛИ декадно-
шаговой телефон-
ной станции.
(1ГИ - станив перво-
го группового ис-
кания)
(2-4ГИ - станивы со
второго группового
искания по четвер-
тый)
(ЛИ - станив линей-
ного искания)



POWER ELECTRONICS



18-я Международная выставка
компонентов и модулей
силовой электроники

26–28 октября 2021
Москва, Крокус Экспо

Силовая Электроника

Специализированная выставка
компонентов и модулей
силовой электроники
для различных отраслей
промышленности

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

+7 (812) 401 69 55
power@mvk.ru

Получите бесплатный
электронный билет на сайте
powerelectronics.ru,

используя промокод **radio**

12+

НАУКА И ТЕХНИКА 4	A. ГОЛЫШКО. NetX 2025: опять сети будущего 4
РАДИОПРИЁМ 7	V. ГУЛЯЕВ. Новости вещания 7
ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 8	A. ЧЕЧНЕВ. Из истории радиоэлектроники. Через тернии — к микросхемам. Часть 2 8 O. РАЗИН. Музей "История электросвязи и вычислительной техники" 12
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 20	I. НЕЧАЕВ. Таймер для мощной нагрузки 20 A. ВАСИЛЬЕВ. Ограничитель напряжения сети для электронной аппаратуры 23 O. ИЛЬИН. Устройство для накала свечи микродвигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием-2 26
ЗВУКОТЕХНИКА 28	M. НАУМОВ. Доработка аудиопроигрывателя Breeze Audio Dv20a (AK4495) 28
ИЗМЕРЕНИЯ 29	A. ВИШНЕВСКИЙ. Делители напряжения с большим коэффициентом деления для осциллографа С1-94 29
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 34	A. КУЗЬМИНОВ. Необычное использование аудиоусилителя LM1875T 34 V. ТУРЧАНИНОВ. Измеритель ёмкости Li-Ion аккумуляторов на микроконтроллере PIC16F873A 42
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 44	V. КИБА. Аппарат для контактной сварки 44
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 48	Ю. БУЛЫЧЕВ. Симулятор резольвера 48
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА 52	C. РЫЧИХИН. Универсальная плата-адаптер для AVR микроконтроллеров и программаторов Громова и USBASP 52
"РАДИО" — О СВЯЗИ 55	Г. ЧЛИЯНЦ. Юбилей ветерана! 55 Г. ЧЛИЯНЦ. Николай Фёдорович Купревич (11RA) — один из первых коротковолновиков Сибири. 56
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 57	I. НЕЧАЕВ. Светодиодная свеча — почти как настоящая 57 Д. МАМИЧЕВ. Графическое представление данных на миниатюрном дисплее 59 A. МЕЛЬНИКОВ. Выключатель-таймер для цифрового мультиметра. 61 C. РЮМИК. Ответы на викторину "Arduino: программная часть-6" 63

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 54).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 43, 51, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. • Аппарат для контактной сварки (см. статью на с. 44). • Таймер для мощной нагрузки (см. статью на с. 20). • Графическое представление данных на миниатюрном дисплее (см. статью на с. 59).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**КАНАЛ ФОНА В ЦМУ
СТРОБОСКОП ИЗ ... ФОТОАППАРАТА
РЕГУЛЯТОР МОЩНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ
ЦИФРОВАЯ ПАНЕЛЬ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ**

Уважаемые читатели!

Редакция журнала "Радио" совместно с ООО "Чип набор" распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: <http://kits.radio.ru>).

Набор

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П" по тел. (495) 607-77-28 или по электронной почте <sale@radio.ru>.



Набор для радиолюбителей "Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П", описание которого было опубликовано в статье С. Комарова ("Радио", 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48). В набор входят лампы, трансформаторы, дроссель, комплект деталей, провода, крепёжные и установочные изделия. Отдельно можно приобрести готовое шасси для этого усилителя.

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 607-77-28 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

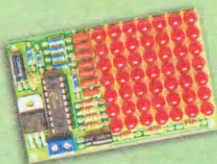
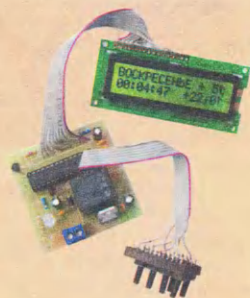
Уважаемые читатели, из-за входящих в набор тяжёлых трансформаторов и хрупких радиоламп пересылка почтой осуществляться не будет.



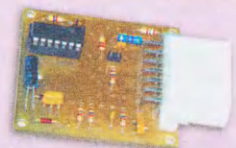
Набор для радиолюбителей «Велокомпьютер», описание которого опубликовано в статье Б. Балаева «Велокомпьютер» («Радио», 2014, № 7, с. 41—44).

В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, индикатор, комплект деталей и инструкция.

Набор для радиолюбителей "Программируемый термостат", описание которого опубликовано в статье В. Нефёдова "Программируемый терморегулятор для системы отопления" ("Радио", 2011, № 1, с. 40, 41). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция.



Набор для радиолюбителей "Автомат световых эффектов на микроконтроллере", описание которого опубликовано в статье Р. Мухутдинова ("Радио", 2011, № 6, с. 51, 52).



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676".

Подробно о работе устройства можно прочитать в статье В. Шкильменского "Блок зажигания—регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676" в журналах "Радио" № 11 за 2008 г. на с. 36—38 и № 4 за 2009 г. на с. 38, 39.



"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910".

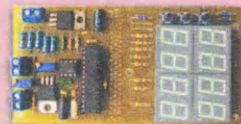
Схема и описание программатора опубликованы в журнале "Радио" № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей

Проводится подписка на бумажный журнал на первое полугодие 2022 года.

Подписные индексы:

Официальный каталог Почты России П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032.



«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения», описание которого опубликовано в статьях «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2005, № 1, с. 32—34) и «Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2007, № 7, с. 26—28), автор — Н. Заец.



<https://kits.radio.ru>

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 607-77-28 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

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

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

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, О. А. РАЗИН

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСИЯКА

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

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

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

Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО “Журнал “Радио”, ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 27.09.2021 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

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

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

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

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

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

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

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

© Радио®, 1924—2021. 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. 03061-21.



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

www.drweb.com

Бесплатный номер
службы поддержки
в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571

Факс: (495) 783-9181

E-mail: info@rinet.ru

Сайт: <http://www.rinet.net>

NetX 2025: опять сети будущего

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

*“Речь идёт не о том,
чтобы предвидеть будущее,
а о том, чтобы творить его”.*

Дени де Ружмон

В который уже раз думается, что уж теперь-то связисты построили, наконец, те самые пресловутые сети будущего или сети следующего поколения без указания номера, о которых говорят уже более 25 лет. И каждый раз оказывается, что за очередным поколением маячит очередное следующее, хотя, казалось бы, куда уж дальше. Впрочем, давайте будем благодарны тем людям, которые думают о будущем, разрабатывают его структурную, техническую и сервисную части, чтобы вдохнуть очередную новую жизнь в то, что называлось когда-то “телефонная сеть общего пользования”, пока не осуществился её переход на пакетные технологии. И снова крупнейшие телекоммуникационные компании собираются менять свои стратегии на ближайшие пятилетки.

Пандемия бросила вызов глобальному социальному управлению, ускорив при этом цифровизацию различных отраслей. С внедрением новых технологий, таких как 5G, искусственный интеллект (ИИ), облачные и периферийные вычисления, цифровая трансформация проникает в различные отрасли, становясь всё более интеллектуальной. И политики, и операторы связи запускают конструктивные среднесрочные и долгосрочные планы развития цифровых технологий.

Крупнейшие страны мира активно разрабатывают стратегии цифровой трансформации. Ещё в 2020 г. Китай определил стратегию развития новой инфраструктуры, основным фокусом которой являются сети 5G, центры обработки данных, ИИ и промышленный Интернет. 9 марта 2021 г. Еврокомиссия представила “Цифровой компас-2030” как своё видение успешной цифровой трансформации Европы к 2030 г. Основными целями являются возможность подключения к сети, периферийные вычисления, проникновение цифровых технологий и подготовка экспертов в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). В январе 2021 г. десять стран, входящих в Ассоциацию государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН), предложили Генеральный план АСЕАН на 2025 г., который охватывает различные аспекты, такие как технологии борьбы с пандемией, развитие широкополосного доступа на национальном уровне и надёжные цифровые сервисы. Между тем, ведущие операторы начинают рассматривать вопрос о трансформации бизнес-стратегий до 2025 г. как для реагирования на пандемию, так и для удовлетворения собственных цифровых потребностей. Например, компания Orange выпустила новый стратегический план Engage 2025, предусматривающий переход на новую модель с применением ведущих сетевых технологий. Оператор Vodafone опубликовал в 2020 г. стратегию Tech 2025, в которой компания позиционируется как лидер в области коммуника-

ционных технологий и как движущая сила развития цифрового общества. Планирование сети China Mobile, ориентированное на 2025 г., представляет новые бизнес-стратегии, такие как 5GtoB (5G to Business) и облачные технологии. Поскольку конвергенция облака и сети происходит с большей скоростью, Verizon предлагает концепцию "Сеть как услуга", Deutsche Telekom предлагает "Сеть сетей", а China Mobile делает упор на интеллектуальные сети и интеграцию "Облако—сеть".

На онлайн-брифинге компании Huawei для представителей СМИ и аналитиков, предвещающем Всемирный мобильный конгресс MWC Shanghai 2021, руководитель Отдела маркетинга каналов связи и реализации комплексных решений компании Huawei Пэн Сун произнёс вступительную речь под названием "NetX 2025: The Path to Future Networks" ("NetX 2025: путь к будущим сетям"). Во время этого выступления г-н Пэн объявил о выпуске информационного бюллетеня NetX 2025 с подтверждающими данными, основанными на результатах исследований аналитической компании IDC, где разъясняется, как будут выглядеть сети операторов в обозримой перспективе.

За последние два десятилетия коммуникационные услуги эволюционировали с уровня, обеспечивавшего только телефонную связь, до обмена информацией самых различных типов, включая данные, видеосигналы и многие другие. Наряду с коммуникационными услугами, для удовлетворения растущих потребностей были разработаны беспроводные, транспортные и информационные технологии.

По мере ускорения перехода к интеллектуальному обществу все отрасли вступают в цифровую эпоху, где ИКТ-инфраструктура будет играть жизненно важную роль в цифровой экономике. Иначе говоря, ценности и прогресс в информационном обществе будут обеспечиваться на основе сбора и обработки данных. Все коммуникации будут организованы через сеть Интернет, знания, данные и информация будут иметь большую ценность, нежели традиционные факторы производства в лице труда и капитала, а повсеместный рост автоматизации всего вместе с искусственным интеллектом в конечном итоге могут заменить человеческие когнитивные способности. Разумеется, г-н Пэн этого не говорил, но всё это легко найти на просторах Интернета.

В том же Китае, к примеру, давно развивается автоматизированная система всестороннего наблюдения за гражданами, о которой уже упоминалось на страницах журнала. Всё, что делает китаец, фиксируется камерами с распознаванием лиц и десятками баз данных. Затем это оценивает специальный алгоритм, и за хорошее начисляют социальные баллы, за плохое — снимают. Вот такие у них цели. Люди с высокими результатами будут жить хорошо, а тем, кто уйдёт в минус, не поздоровится. Могут запретить занимать определённые должности, не продадут билеты на поезд или на самолёт. С одной стороны, это высшая социаль-

ная справедливость и формирование этакой элиты общества, а с другой... В общем, сами решите, что с другой.

В начале 2018 г. такую персональную систему баллов развернули в Гуанчжоу. По данным на конец мая, гражданам, у которых личный счёт ушёл в минус, более 11 млн раз отказали в билетах на самолёт и 4 млн раз — на скоростные поезда. К примеру, покупка большого количества алкоголя — это гарантированный минус у китайского Большого Брата.

Впрочем, вернёмся к NetX 2025. Планирование целевых сетей для всех сценариев обслуживания пользователей является ключом к новому росту операторов. Иначе говоря, сети в очередной раз нужно будет модернизировать, и на это будут нужны инвестиции. При планировании целевых сетей (т. е. набора целей, которых хотят достичь операторы на своих будущих сетях), ориентированном на коммерческий успех, отрасль должна действовать с учётом сущности бизнеса. Государственные задачи будут иметь свои цели. Но в любом случае телекоммуникационные сети неизбежно столкнутся с грандиозными изменениями, необходимыми для адаптации к новым сервисным и технологическим потребностям. Поэтому операторам потребуются составить планы целевых сетей сегодня, чтобы суметь воспользоваться новыми возможностями завтра.

Г-н Пэн представил концепцию Huawei в отношении целевой сети операторов 2025 г. С точки зрения коммерческого успеха и технологических возможностей компания Huawei полагает, что целевая сеть должна иметь пять характеристик: повсеместный охват гигабитными каналами, сверхавтоматизация, интеллектуальное многооблачное сетевое взаимодействие, дифференцированное обслуживание и гармония с окружающей средой. Иначе это можно представить как GUIDE (по-русски означает гид) или по заглавным буквам — слова, описывающие возможности будущей целевой сети — **G**igabit Anywhere, **U**ltra-automation, **I**ntelligent Multi-Cloud Connection, **D**ifferentiated Experience и **E**nvironment Harmony. Рассмотрим их поподробнее вместе с побудительными причинами введения в данную концепцию.

G — от англ. Gigabit Anywhere (гигабитный доступ в любом месте). Как известно, пользователь — основа всего. Потребители становятся всё более требовательными к играм и видео, и ведущие страны начинают предлагать услуги дополненной и виртуальной реальности в больших масштабах. Пандемия превратила дом в центр работы и развлечений. Дополненная и виртуальная реальность, машинное зрение интегрируются в промышленные производственные процессы. Гигабитное соединение становится основным требованием.

Повсеместный охват гигабитными каналами необходим целевым сетям для предоставления цифровых сервисов своим пользователям. Гигабитные сети являются тем фундаментом, на котором может основываться рост эко-

номики отдельной компании, города и даже целой страны. Возможность подключения к гигабитным каналам является самым основополагающим требованием для реализации таких производственных систем, как среды виртуальной и дополненной реальности, промышленные камеры и сбор производственных данных.

В принципе, рост сетевого трафика — давний тренд отрасли связи. Добавить к сказанному можно, лишь перефразировав известный афоризм Рэя Бредбери — человечество могло полететь в космос осваивать иные миры, а вместо этого выбрало развлечение и виртуальную реальность. С этим, к сожалению, ничего не поделаешь — выбрало, так выбрало.

U — от англ. Ultra-Automation (ультра-высокий уровень автоматизации, сверхавтоматизация). Интеллектуальные операции эксплуатации и обслуживания, прицельный маркетинг. Эффективность становится одним из основных конкурентных преимуществ в бизнесе, ориентированном на будущее. Внутри компании операторам необходимо внедрять большие данные и ИИ, чтобы упростить эксплуатацию и техобслуживание сетей, которые становятся всё более сложными. На внешнем уровне за пределами компании требуются ускоренные стратегии вывода новых продуктов на рынок и более точное определение целевой аудитории для увеличения ценности сети.

Несколько лет назад они появились у поставщиков ИКТ-решений в лице сетей IBN или Intent-Based Networking, для которых пока не придумано адекватного перевода на русский язык. Чаще их переводят как "сети, основанные на намерениях". Компания Huawei называет их Intent Driven Networking (IDN), что, по сути, то же самое. Так вот, являясь дальнейшим продуктом развития программно-конфигурируемых сетей, IBN/IDN ведут к тому, что сетевыми администраторами на них могут стать менее компетентные в сетевых технологиях люди, но сеть всё равно будет более эффективной с точки зрения выполнения бизнес-задач.

Сверхавтоматизация имеет важнейшее значение для целевых сетей с применением интеллектуальных средств эксплуатации и технического обслуживания. С массовым развёртыванием сетей 5G и увеличением числа операторов, запускающих сервисы цифровизации отраслей, масштабы и сложность сетей лавинообразно растут. Операторы должны обеспечивать возможности для сверхавтоматизации за счёт внедрения систем обработки и анализа больших данных и интеллектуальных технологий. Сети операторов могут повышать свою ценность посредством рациональной автоматизации сложных задач и облегчения человеческого труда.

С другой стороны, со сверхавтоматизацией главное — не переборщить. Ведь сверхавтоматизацией (или гиперавтоматизацией) ещё называют автоматизацию (производства, операционной деятельности, аналитики и т. д.), которая влечёт за собой неэффектив-



ность. Чаще всего такая ситуация складывается, если автоматизированный процесс не учитывает человеческий фактор.

Очарованные возможностями ML (машинное обучение) и ИИ предприниматели забывают, что это всего лишь код, который придумали и написали люди: код будет выполнен с точностью и "от сих до сих", без малейших отклонений. Таким образом, во всех сферах, от медицины до офисной работы, теряются гибкость человеческого мышления, ценность когнитивных функций и профессиональная экспертиза. Представьте себе, что было бы, если бы пилоты, посадившие самолёт на кукурузное поле, положились бы исключительно на автопилот? Так и в бизнесе — только человеческое мышление способно создавать инновации, методики, по-хорошему хитрить и эффективно работать в системе человек—человек и человек—машина. Не стоит слепо полагаться на автоматизацию.

Тема гиперавтоматизации обсуждалась и раньше, но в активную стадию дискуссии она попала, когда компания Tesla потерпела финансовое фиаско с выпуском на рынок автомобиля Tesla Model 3. Сборка автомобиля была полностью автоматизирована, и ожидалось, что роботы решат все проблемы. Но по факту всё пришло к усложнению — в какой-то момент из-за зависимости от сборщиков-роботов компания не смогла увеличить мощность производства. Система лент конвейеров оказалась непомерно сложной, и фабрика во Фримонте в Калифорнии встала перед острой необходимостью оптимизации производства и найма, наконец, квалифицированного персонала.

Поэтому при ориентации на сверхавтоматизацию возникает реальная опасность того, что слишком сильный крен в сторону суперсложных информационных систем не обеспечит условий для опережающего совершенствования и упрощения технологии и производственных процессов, внедрения новых методов организации производства, использования резервов, заложенных в пресловутом человеческом факторе. И тут уж никакое не "восстание машин", а просто "саботаж" от растущей некомпетентности.

I — от англ. Intelligent Multi-Cloud Connection (интеллектуальное подключение к нескольким облакам). Для операторов разработка облачных сервисов является основным преимуществом. Переход предприятий на облачные технологии идёт быстрыми темпами. Согласно исследованию Right Scale, 84 % крупных предприятий и 61 % малых и средних предприятий используют стратегию мультиоблака. Внедрение мультиоблака становится основным требованием для предприятий. Предприятия же рассчитывают на то, что высококачественные сети подключения к облаку обеспечат быструю миграцию ИТ-систем в несколько облачных сред. Ожидается, что по одному каналу можно будет связаться с несколькими поставщиками облачных услуг для оптимизации затрат и что приобретение облачных сетей позво-

лит получить опыт электронной коммерции, например, покупка облачных сервисов. В России, где много игроков облачного рынка, выделиться среди конкурентов операторам поможет синергия между облаком и сетью. Проблемой, правда, могут стать бутылочные горлышки между сетями и центрами обработки данных, где и обитают облака.

Интеллектуальное многооблачное взаимодействие создаёт платформу целевых сетей для агрегации услуг. Многолетние разработки позволили облачным технологиям эволюционировать от традиционных информационных технологий (ИТ) к облачным вычислениям, а затем и к системам, полностью ориентированным на реализацию в облаке. Переход предприятий на цифровые технологии привёл к превращению ИТ-систем в облачные, а многооблачное взаимодействие на данный момент стало необходимым для удовлетворения требований в отношении контроля затрат, надёжности обслуживания и многооблачного обеспечения работоспособности систем в аварийных ситуациях. Эти изменения обусловили появление новых требований к интеллектуальному многооблачному взаимодействию и открыли перед операторами новые возможности для конвергенции облачных сетей.

Организации, тесно работающие с цифровыми технологиями, предпочитают работать в разнообразном ИТ-ландшафте. Такой ландшафт может состоять из нескольких облачных сервисов от различных провайдеров. Стратегия использования нескольких облаков получила название мультиоблачность (multi-cloud). Мультиоблачность не включает в себя гибридное облако. Отличие состоит в том, что гибридная модель предполагает расширение возможностей частного облака за счёт ресурсов публичного облака. Как правило, гибридное облако нужно для обеспечения мощности в случае дополнительной нагрузки. В мультиоблачной системе разные задачи распределяются между разными провайдерами и выполняются независимо друг от друга.

Однако и тут, извините за выражение, небезоблачно. Мультиоблачность предполагает объединение технологически разных платформ, вследствие чего возникает сложность управления приложениями или сервисами, снижается гибкость. Мультиоблако, одновременно работающее на платформах нескольких провайдеров, даже самых крупных (Amazon AWS, Microsoft Azure и Google Cloud), будет функционально ограниченным, поскольку у каждой из платформ свои стандарты. Самый главный и очевидный недостаток в том, что бывает сложно соответствующим образом контролировать работу нескольких провайдеров. В каждом случае нужен индивидуальный подход. Модель, которая идеально подойдёт в одном случае, окажется неэффективной в другом.

D — от англ. Differentiated Experience (дифференцированный опыт). Это — ключ к успеху в реализации целевой сети. Не только потребители

нуждаются в высоком качестве видео, игр, офисных приложений и образовательных услуг. Практика доказала, что дифференцированный опыт может принести прибыль в сфере межкорпоративных услуг. Например, на государственном и корпоративном рынке фондовые биржи готовы платить десятикратную арендную плату, чтобы уменьшить задержку на 1 мс и вовремя выставить свою цену. Для операторов дифференцированный опыт подразумевает "обслуживание с максимальными усилиями и индивидуальным подходом". Подобные стоимостно-ориентированные операции принесут операторам, как ожидается, новые дивиденды.

Впрочем, здесь на первый план выходит удовлетворённость пользователя конкретными сервисами, которую ещё надо научиться определять. Есть немало сервисов, которыми приходится пользоваться по необходимости (например, оплачивать что-нибудь), но особой удовлетворённости это не приносит.

E — от англ. Environment Harmony (гармония с окружающей средой). Помогает операторам сократить расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание и достичь целей ESG (экология, социальная политика и управление). Гармония с окружающей средой предполагает ориентацию целевой сети на принципы социальной ответственности и является частью стратегии устойчивого развития ведущих операторов по всему миру. Операторы должны непрерывно внедрять новейшие продукты и технологии для экономии энергии, сокращения выбросов и развития экономики замкнутого цикла. Кроме того, они должны побудить предприятия отрасли к сотрудничеству в целях построения общества с низкими углеродными выбросами путём обеспечения экологически чистых соединений, услуг, средств эксплуатации и технического обслуживания и прикладных систем за счёт внедрения инноваций в оборудование, системы электропитания, развёртывание сетей, центры обработки данных, производственную деятельность и прикладные технологии. Наверное, всё это очень правильные слова, правда, в эпоху пандемии далеко не все участники капиталистического рынка будут столь великодушны.

В целом модель GUIDE имела широкий резонанс среди операторов на выставке MWC Barcelona 2021. Всегда приятно увидеть свои, быть может, неясные и разрозненные мечты в структурированном концептуальном виде. Ведь как говорил Станислав Ежи Лец: "Иные из тех, что боятся взглянуть в глаза будущему, не подозревают, что будущее может показать им зад".

По материалам comnews.ru, it-world.ru, time365.info, somemarketing.ru, if24.ru, iphones.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 1 августа вещание "Радио Дача" началось в г. Михайловке. Частота вещания радиостанции — 100 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/8216.html> (21.08.21)).

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ. Православная радиостанция "Радио Вера" начала работу 16 августа в г. Чите на частоте 87,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_25053 (21.08.21)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. Региональная радиостанция "Соль FM" появилась в эфире в г. Людиново на частоте 100,5 МГц (источник — URL: <https://vcfm.ru/forum/viewtopic.php?f=5&t=2190&view=unread> (21.08.21)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. С 1 августа в г. Шарья на частоте 87,5 МГц началось тестовое вещание радиостанции "Маруся FM" (источник — URL: https://vk.com/radio_marusyafm (21.08.21)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Новое Радио" начала вещание в г. Сочи на частоте 104,8 МГц, а в Лазаревском — на частоте 102,3 МГц. Топовые песни самых актуальных исполнителей стали лучшим саундтреком курортного сезона.

Черноморская столица России стала 170-м городом национальной вещательной сети "Нового Радио", которая за год выросла сразу на 30 населённых пунктов.

Филиал "Европейской медиагруппы" (ЕМГ) в г. Сочи основан в 2008 г. Помимо "Нового Радио", в него входят другие популярные станции радиохолдинга России — "Европа Плюс" (104,4 МГц — в Сочи), "Ретро FM" (107,9 МГц — в Сочи) и "STUDIO 21" (104,1 МГц — на горнолыжном курорте "Красная Поляна") (источник — URL: <https://emg.fm/news/791> (21.08.21)).

С 1 августа заработал передатчик, установленный в Тбилисском районе на частоте 91,5 МГц. Жители Тбилисского, Кавказского, Тихорецкого, Усть-Лабинского, Выселковского, Гулькевичского и ряда других районов получили возможность слушать программы "Радио России" и ГТРК "Кубань" (источник — URL: <https://www.kubantv.ru/obshhestvo/radio-rossii-rasshirjaet-veshhanie-v-fm-diapazone-na-kubani/> (21.08.21)).

КРАСНОЯРСКАЯ ОБЛ. 12 августа филиал РТРС "Красноярский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" на частоте 90,3 МГц и радиостанции "Маяк" на частоте 87,5 МГц в г. Норильске.

В Красноярском крае сеть трансляции государственных радиостанций включает в себя 83 передатчика радиоканала "Радио России", два передатчи-

ка радиостанции "Маяк" и два "Вести FM" (источник — URL: <https://krasnoyarsk.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/filial-rtrs-krasnoyarskiy-krtps-nachinaet-translyatsiyu-radio-vesti-fm-i-mayak-v-norilске/> (21.08.21)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 1 августа к сети вещания радиостанции "Love Radio" присоединился г. Дубна. Частота вещания радиостанции в регионе — 106,4 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/8214.html> (21.08.21)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанций "Вести FM" и "Маяк" на радиотелевизионной станции (РТС) "Арзамас" 1 августа. Радиостанция "Вести FM" в эфире — на частоте 101,7 МГц. Сигнал радиостанции смогут принимать более 165 тыс. человек — жители Арзамаса и близлежащих населённых пунктов в радиусе до 33 км.

Поймать сигнал радиостанции "Маяк" можно на частоте 91,6 МГц. Станция доступна в радиусе до 43 км от пункта вещания. Настроиться на неё могут более 210 тыс. человек.

Региональная сеть трансляции "Радио России" на данный момент насчитывает восемь передатчиков, работающих на РТС "Нижний Новгород", "Арзамас", "Ковернино", "Лукоянов", "Павлово", "Саров", "Шахунья" и "Белогорка" (г. о. Воротынский) с охватом более 80 % жителей региона. В ближайшее время планируется перевод вещания "Радио России" в диапазон 87,5...108 МГц в г. Выксе, пгт Красные Баки и г. Сергаче (источник — URL: <http://www.nortpc.ru/news/2397> (21.08.21)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. На официальном сайте радиостанции "FM Горный" (<http://toguchin.ru/>) появилась новость о прекращении работы станции с 1 августа 2021 г. На момент подготовки материала вещание на частоте 101,6 МГц отсутствует. На интернет-потоке <http://toguchin.ru:8000/stream> вещание пока идёт.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Приморский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" с телевизионной передающей станции в с. Новожатково Михайловского района. Вещание этого радиоканала на частоте 70,64 МГц прекращено.

Трансляция "Радио России" ведётся на частоте 104,9 МГц. Передатчик — мощностью 2 кВт, радиостанция транслируется со вставками региональных программ ГТРК "Владивосток" ("Приморское радио") (источник — URL: <https://vladivostok.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-so-stantsii-v-s-novozhatkovo/> (21.08.21)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. 1 августа радиостанция "ТКР FM" начала вещание в Кадомском, Пронском, Сараевском, Сасовском и Каимовском районах обла-

сти. Вещание началось на частоте 102,4 МГц.

Радиостанция "ТКР FM" — новый проект ГАУ ОГТРК "Край Рязанский". Станция вещает на частоте 93,2 МГц в г. Рязани, на частоте 103 МГц — в г. Рязжске, на частоте 107,5 МГц — в Шилловском районе, на частоте 104,1 МГц — в Милославском районе, на частоте 99,3 МГц — в посёлке Кадом, на частоте 102,4 МГц — в г. Касимове, на частоте 99,3 МГц — в г. Пронске, на частоте 100,4 МГц — в пгт Сарай, на частоте 104,5 МГц — в г. Сасове.

Каждый час в эфире звучат последние федеральные и региональные новости. В музыкальных программах преобладают российские исполнители (источник — URL: <https://rg62.info/2021/08/01/radiostancziya-tkr-fm-nachala-veshhanie-eshhyo-v-pyatirajonah-ryazanskoj-oblasti/> (21.08.21)).

В планах развития радиостанции "ТКР FM" запуск вещания ещё в восьми населённых пунктах Рязанской области.

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. Со 2 августа новостные и тематические программы, а также рекламные блоки, подготовленные Саратовской ГТРК, можно услышать на частотах "Радио России":

— в г. Александровом Гае — на частоте 103,5 МГц;

— в г. Балаково — на частоте 100,4 МГц;

— в г. Балашове — на частоте 98,7 МГц;

— в г. Ершове — на частоте 102,2 МГц;

— в с. Перелюб — на частоте 104,1 МГц;

— в г. Саратове — на частоте 99 МГц;

— в г. Ртищево — на частоте 101,5 МГц;

— в г. Хвалынске — на частоте 105,3 кГц;

— в г. Пугачёво — на частоте 104,5 МГц.

Радиостанция "Маяк" вещает в г. Балаково на частоте 101,3 МГц, в г. Саратове — на частоте 97,6 МГц.

Радиостанция "Вести FM" вещает в г. Саратове на частоте 100,2 МГц, в г. Балаково — на частоте 102,8 МГц (источник — URL: <https://gtrk-saratov.ru/radio-rossii-mayak-i-vesti-fm-perehodyat-na-fm-diapazon-2/> (21.08.21)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. 16 августа филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанций "Радио России" в пгт Тугулым и "Вести FM" в г. Первоуральске.

Трансляция "Радио России" в пгт Тугулым ведётся на частоте 95,5 МГц ежедневно с 05.00 до 01.00 (время местное). Передатчик — мощностью 0,1 кВт, высота подвеса передающей антенны — 71 м.

Трансляция "Вести FM" в Первоуральске идёт на частоте 88 МГц. Вещание ведётся из г. Волчиха. Мощность передатчика — 1 кВт. Высота подвеса антенны — 70 м (источник — URL: <https://ekburg.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsiy-radio-rossii-v-tugulyme-i-vesti-fm-v-pervouralske/> (21.08.21)).

Примечание. Время всюду — UTC.

Время MSK = UTC + 3 ч.

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. 9 августа филиал РТРС "Смоленский ОРТПЦ" осуществил переход трансляции радиостанции "Радио России" в г. Рославле на частоту 101,8 МГц. Радиостанция доступна для жителей населённых пунктов Рославльского, Ершичского, Шумячского, Хиславичского и Починковского районов Смоленской области. Мощность передатчика в Рославле — 1 кВт, высота подвеса передающей антенны — 200 м.

В ближайший год ещё на трёх антенно-мачтовых сооружениях будет размещено оборудование для трансляции радиостанций "Радио России", "Маяк" и "Вести FM" (источник — URL: <https://ropravda.ru/2021/08/7334/> (21.08.21)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. 1 мая в полночь филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" приступил к трансляции радиостанции "Радио России" в с. Юргинское и в с. Большое Сорокино Тюменской области на частотах 103 МГц и 101,5 МГц соответственно.

Передатчики — мощностью 100 Вт. Запуск оставшихся девяти объектов запланирован на этот год, юбилейный для РТРС, в августе предприятию исполнилось 20 лет (источник — URL: <https://tyumen.rtrs.ru/tv/analog/ko-dnyu-radio-rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-dvukh-rayonakh-tyumenskoy-oblasti/> (21.08.21)).

В г. Тюмени появилась новая радиостанция с "сибирским характером". С 9 августа "Радио Сибирь" можно найти на 92,8 МГц. В планах на новый сезон — обновить линейку эфирных программ, запустить местное утреннее шоу, а также появиться в пространстве города в рамках крупных событий и городских мероприятий.

На новой радиостанции можно услышать не только самые актуальные новости, но и сводки дорожной ситуации и прогноз погоды (источник — URL: <https://news.megatyumen.ru/posts/v-tyumeni-poyavilas-novaya-molodezhnaya-radiostantsiya/> (21.08.21)).

ХАКАСИЯ. Последние новости, дискуссии и развлекательные программы

станут ещё доступнее для жителей Хакасии. На новых частотах 12 августа торжественно запущено вещание радиостанций "Вести FM" и "Маяк". Легендарный "Маяк" и вовсе станет площадкой для врезки местных новостей, до десяти выпусков ежедневно. Радиостанция "Вести FM" доступна на частоте 95,6 МГц, а радиостанция "Маяк" — на частоте 92,9 МГц (источник — URL: <https://www.vesti-hakassii-pf/news/14453-zhitelyam-hakassii-podarili-eshtio-dva-istochnika-mestnoy-informatsii/> (21.08.21)).

ХАНТЫ-МАНСКИЙ АО. 30 июля "Урало-Сибирский региональный центр РТРС" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" в г. Нижневартовске на частоте 106,9 МГц. На радиотелевизионной станции РТРС в Нижневартовске установлен передатчик мощностью 1 кВт (источник — URL: <https://hmao.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachinaet-translyatsiyu-radiostantsii-vesti-fm-v-nizhnevartovske/> (21.08.21)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. Запланирована модернизация радиовещательных антенн на ОРТПЦ в г. Челябинске. На первом этапе (2021 г.) монтируется одна антенна, на втором этапе (2022 г.) — вторая антенна. В итоге сигналы всех УКВ-станций будут сложены на два новых антенно-фидерных устройства (источник — URL: https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_36080 (21.08.21)).

С 16 августа в эфире г. Кыштым появилась радиостанция "L-радио" на частоте 87,8 МГц (источник — URL: https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_36149 (21.08.21)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. С 7 августа "Урало-Сибирский региональный центр РТРС" начинает трансляцию радиостанции "Вести FM" сразу в двух городах Ямало-Ненецкого автономного округа — в Новом Уренгое и Ноябрьске.

На радиотелевизионных станциях РТРС в Новом Уренгое и Ноябрьске уже установлены передатчики мощностью 1 кВт, вещание будет осуществляться ежедневно в круглосуточном режиме. В Новом Уренгое — на частоте 107,5 МГц, в Ноябрьске — на частоте 105,8 МГц

(источник — URL: <https://yanao.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachinaet-translyatsiyu-radiostantsii-vesti-fm-v-novom-urengoe-i-noyabrsk/> (21.08.21)).

Сеть вещания радиостанции "Искатель" продолжает расширяться, и с середины августа её передачи можно слушать в г. Салехарде.

Салехард — главный город Ямало-Ненецкого автономного округа, расположенный на правом берегу Оби, в 180-ти километрах выше начала Обской губы, "Искатель" можно слушать там на частоте 92,7 МГц (источник — URL: <https://radioiskatel.ru/all-news/radio-iskatel-v-salexarde-nachastote-927-fm/> (21.08.21)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

МОЛДАВИЯ. Радиостанция танцевальной музыки "Рекорд", помимо Кишинёва, начала вещание с 3 августа также в г. Бельцы. Частота вещания — 101,5 МГц. Список городов вещания радиостанции: <https://radiorecord.ru/cities> (источник — URL: https://vk.com/record?w=wall-1959_7710674 (21.08.21)).

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. В Приднестровье 29 июля вышло в эфир радио "Вера". Это московская сеть станций, которая насчитывает 80 точек по всей России, а также в Крыму, Донцке и Кишинёве. Теперь послушать эту радиостанцию можно будет в городах Тирасполе, Бендеры и Слободзея на частоте 88,3 МГц.

Офис радиостанции в Приднестровье находится в Вознесенском Ново-Нямецком монастыре. Здесь уже установили антенну и оборудовали помещение, откуда сотрудники радиостанции будут вещать при участии отцов епархии.

Как рассказал Архиепископ Тираспольский и Дубоссарский Савва, радиопередачи будут выходить на трёх официальных языках: русском, молдавском и украинском (источник — URL: <https://novostipmr.com/ru/news/21-07-29/v-pridnestrove-sostoyalos-otkrytie-radio-vera/> (21.08.21)).

Хорошего приёма и 73!

ИЗ ИСТОРИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Через тернии

к микросхемам

А. ЧЕЧНЕВ, пос. Володарского Московской обл.

Часть 2

В соответствии с приказом Государственного Комитета по электронной технике № 181 от 25 сентября 1962 г. и Постановлением Центрального Коми-

тета КПСС и Совета Министров СССР № 930-404 от 5 сентября 1962 г. Второе Главное Управление было обязано обеспечить выполнение научно-иссле-

довательской работы "Исследование и разработка элементов электронно-вычислительных машин на основе твёрдого тела" со сроком выполнения в 1965 г.

Во исполнение этого поручения в НИИ-35 были начаты работы по созданию отечественных полупроводниковых твёрдых схем на основе кремния. Приказом ГКЭТ № 257 от 30 декабря 1962 г. по ходу работ по теме "Панхром" была включена НИР по разработке кремниевой логической ячейки НЕ-ИЛИ для использования в блоках малогабаритных электронно-вычислительных машин. Срок окончания темы был установлен в третьем квартале 1964 г.

В соответствии с приказом ГКЭТ СССР № 125 от 30 июля 1963 г. фронт работ по твёрдым схемам был существенно расширен. В тематический план НИИ-35 были включены научно-иссле-

довательские работы по разработке фотолитографических методов создания сверхминиатюрных твёрдых схем (тема "Парадокс"), разработка кремниевой планарной схемы триггера (тема "Перстень"), разработка методов измерения параметров твёрдых схем,

сложных структур, как твёрдые схемы. Задача создания массового производства твёрдых схем могла быть решена только путём выбора таких перспективных видов технологии, которые позволили бы резко поднять процент выхода годных элементов твёрдых схем, а сле-

ской работы разработать технику получения кремниевых планарных универсальных твёрдых схем, разработать минимально необходимый набор типовых элементов твёрдых схем для целей счётно-вычислительной техники и доказать правильность выбранного направления и работоспособность типовых элементов твёрдой схемы путём построения на них типовых блоков ЦВМ. Задача была поставлена в 1962 г. и начала осуществляться с января 1963 г.

За короткий срок с января 1963 г. по апрель 1963 г. была разработана скелетная схема технологического процесса производства кремниевых планарных твёрдых схем, была выбрана универсальная структура типовых элементов для ЦВМ и в апреле 1963 г. были продемонстрированы головные образцы твёрдых схем ТС-100, будущие ИС-100 (фото 3).

Разработанная за один квартал скелетная технологическая схема была положена в основу типовых базовых

3. На базе кремниевых твердых схем разработать следующие специализированные вычислители:

а) бортовой вычислитель для орбитального корректора траекторий (по ТЗ, согласованному с НИИ-944);

б) бортовой вычислитель изделий РТ-2 (по ТЗ, согласованному с НИИ-944).

Исполнитель - НИИ-885.

Срок исполнения - 1967 г.

Фото 1

предназначенных для работы в ЦВМ, разработка методов индикации для ЦВМ и многие другие со сроками окончания к середине 1964 г.

Всё перечисленное выше было вовремя выполнено и сдано Государственной комиссии. В результате выполнения этих работ были разработаны основы технологии изготовления кремниевых твёрдых схем, пригодных для использования в вычислительной технике.

В соответствии с указанием Госкомитета результаты работы по теме "Парадокс" были включены в качестве научно-исследовательского этапа в опытно-конструкторскую работу "Разработка твёрдых схем с рабочими частотами не менее 100 кГц по сложности и параметрам аналогичных схемам серии 51 фирмы Texas Instruments", выполняемую по совместному приказу ГКЭТ и ГКРЭ №364/94 от 3/7 июля 1964 г. (фото 1).

Результаты этой работы очень интересовали военных, поскольку возможности создаваемых баллистических ракет зависели от характеристик и массы бортовых систем управления. В ГКРЭ считали, что в 1965 г. для создания новой бортовой ЦВМ им понадобится порядка 18000 разработанных твёрдых схем.

ТС-100

Работы по созданию отечественных твёрдых кремниевых схем в НИИ-35 были начаты с января 1963 г. и регламентировались поисковыми НИР, ведущимися к началу работ в НИИ-35 и планом НИР работ по вышеперечисленным приказам. Необходимо отметить, что опыта разработки функционально действующих кремниевых твёрдых схем в Советском Союзе к тому времени не имелось. Разработки головных организаций ГКРЭ, например НИИ-131, также не давали на то время успешных результатов. Технологический уровень конца 1962 г. не позволял остановиться на существовавших методах производства полупроводниковых приборов для целей опытного производства таких

Обследование интегральных схем типа SN51, SN54 (индексы 2-66/196, 2-66/39, 2-65/42 и 2-66/10) позволили скорректировать и грамотно составить технические условия при внедрении отечественных интегральных схем типа ИС-100 в серийное производство. Разработка по теме "Прокат" и освоение в опытном производстве твердых схем типа ИС-100 с учётом использования опыта США (как из специальных материалов, так и открытой литературы), проводимые с 1961 года, потребовали затрат примерно 3 млн. руб. Аналогичная работа, проведенная с 1959 года фирмой "Тексес Инструментс", потребовала затрат примерно 20 млн. руб., из которых...

Фото 2

довательно, и самих твёрдых схем. Таким направлением, являющимся глубоко перспективным и коренным, явился выбор планарного метода производства твёрдых схем на кремнии. Следует отметить, что к концу 1962 г. отечественного опыта по разработке таких элементов твёрдых схем, как кремниевые планарные диоды и транзисторы, ещё не существовало. Техника кремниевых планарных диодов и транзисторов в Советском Союзе ещё только создавалась. Универсальные транзисторы Передел-3 (2Т312) и Передел-4 (2Т803А) находились только в середине опытно-конструкторской разработки.

Созная важность миниатюризации электронной аппаратуры и большую перспективность работ для оборонной и космической техники, позволяющие значительно уменьшить объём узлов и блоков с одновременным увеличением надёжности, НИИ-35 приняло на себя разработку твёрдых схем в плане НИР. Этим самым мог быть сокращён разрыв в отставании уровня по сравнению с передовыми зарубежными странами, хотя уровень ОКР по планарным транзисторам и объём решаемых задач по НИИ-35 уже тогда показывал, что работа по созданию твёрдых схем будет для института очень тяжёлой нагрузкой (фото 2).

Перед НИИ-35 была поставлена задача по этапу научно-исследователь-

технологических процессов планарного отечественного процесса, использующихся уже как для производства транзисторов, так и твёрдых схем.

Таковыми базовыми технологическими процессами были оптическая и алмазная полировка, химико-динамическая полировка, процессы финишных отмывок, фотолитография на оксиде кремния и металлах, производство фотолитографических шаблонов, двухстадийные операции селективной диффузии фосфора и бора для создания коллекторных, базовых и эмиттерных областей транзисторов, диодов и сопровитлений (резисторов), процессы металлизации и топологических межсоединений, процессы термокомпрессии, процессы, связанные с разрезкой готовых групповых заготовок и их герметизацией в корпус и т. д.

Одновременно с этим шла параллельно разработка типовых элементов и типовых твёрдых схем на основе универсальной структуры НЕ-ИЛИ. Сюда включались вопросы проработки надёжности схемного решения твёрдой схемы и закладывались основы надёжной работы этих типовых схем в устройствах, так как немислимо гарантировать работоспособность типового элемента ЦВМ без опробования его надёжных работоспособности в устройствах блоков ЦВМ. Эта задача решалась путём выбора оптимальных схем, их

моделирования и путём замены моделей твёрдыми схемами и построением отдельных функционирующих блоков ЦВМ на твёрдых схемах.

Таким образом, решение задачи произошло в соответствии с установками и планом осуществления в сроки, предусмотренные тематическим планом НИИ.

Задачи, поставленные перед НИИ-35, были расширены в июле 1963 г., когда институту было поручено на основании опыта двух кварталов по разработке твёрдых схем создать проект опытного участка по производству твёрдых схем. Необходимо отметить, что разработка типовых твёрдых схем находилась в самом начале, и до окончания работ оставалось больше года. Таким образом, разработка проекта опытного производства должна была происходить параллельно с научно-исследовательскими работами, что не могло не отражаться на качестве их исполнения. Задача сильно осложнялась тем фактом, что научно-исследовательские работы были недостаточно обеспечены оборудованием. Этап ОКР практически выпал.

Производственный участок для твёрдых схем расположили на площади 900 м². В технологическом процессе изготовления было занято 108 человек с планируемой производительностью 3000 шт. твёрдых схем в год при 1 % выхода годных в односменной работе. Главным конструктором всей производственной линейки был Малин Борис Владимирович, заместителем — Беглецов. Приступить к отладке всего производства изначально планировали в третьем квартале 1964 г. (фото 4).

Сжатые сроки строительства участка при весьма значительном объёме монтажно-строительных работ заставили институт создать своими силами рабочий проект этого участка. Одновременно была достигнута договорённость о проведении всех строительных работ силами строительной организации Главмосстроя, ведущей работы по строительству института в то время.

В основу технологической части проекта был положен принцип создания поточной линии производства твёрдых схем на базе планарной технологии, предусматривающей строгую последовательность всех технологических операций, исключающих возможность возврата поступления обрабатываемых деталей, и тем самым обеспечивающий строгий контроль на протяжении всего процесса производства.

Необходимость организации поточной линии производства твёрдых схем была вызвана большим числом прецизионных операций в планарной технологии, их сложностью и исключительными возможностями нарушения последовательности технологического цикла.

Таким образом, организация участка в бывшем цехе № 2 опытного завода НИИ-35 свелась не к простой реконструкции, а к созданию производственного участка, удовлетворяющего, в том числе, и жёстким требованиям чистого производства. Для обеспечения высо-

венным Союзным проектным институтом (ЛГСПИ) и стали поставляться предприятиям только в конце 1971 г.

Приказом № 125 на ряд организаций было возложено изготовление специального технологического оборудования по чертежам и техническому заданию НИИ-35. Сроки изготовления, установленные в начале 1964 г., никем не были выдержаны. Оборудование отечественных разработчиков стало поступать только в середине 1964 г.

Таким образом, институт оказался не в силах произвести предварительную отладку оборудования в положенные сроки и был вынужден организовать эту работу при установке его и монтаже непосредственно на самом участке, совмещая эту работу с окончанием строительных недоделок.

В общей сложности надо было смонтировать 304 единицы технологического оборудования. При этом ключевое оборудование, такое как агрегаты фотолитографии, установки ультразвуковой очистки и многое другое, пришлось закупать за границей.

Разработанная технология производства, составленная отделом № 11 на основании работ, проведённых в отделе на лабораторном оборудовании, существенно отличалась

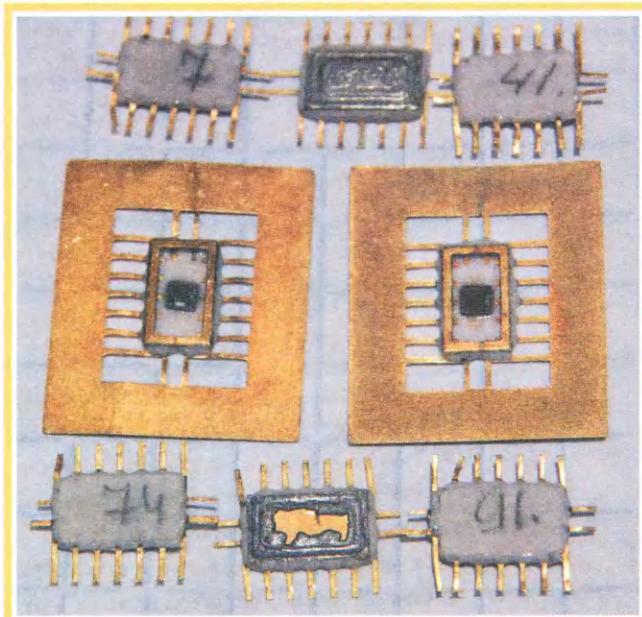


Фото 3

В соответствии с п.2 приказа № 125 в план НИИ-35 и его Опытного завода включена опытно-конструкторская разработка "Пролог" — организация опытного производственного участка для изготовления твердых схем (Срок окончания III кв. 1964г.) НИИ-35 и ОКБМ - 35 составили технологическую планировку опытного производственного участка, разработали перечень необходимого оборудования. НИИ-35 в течение месяца после выхода приказа № 125 получено и налажено около 50 единиц импортного оборудования.

Фото 4

В соответствии с планом важнейших работ по созданию и внедрению новой техники на 1967г., утвержденным приказом МЭП от 7 мая 1967г. №126, заводом полупроводниковых приборов г.Фрязино выполнено в срок предусмотренное планом на 1967г. мероприятие: "Проведение комплекса технологических работ по повышению % выхода годных приборов серии ТС до 7%". После сдачи прибора Госкомиссии ему был присвоен шифр "ИС"/. Фактически достигнутый % выхода

Фото 5

кой производственной гигиены стены помещения всего участка выполнили из стеклянных панелей, вмонтированных в металлический каркас с герметичными уплотнениями. Подвесной потолок со светильниками был выполнен из дюралевых листов и органического стекла.

Здесь будет уместно заметить, что так называемые "чистые комнаты" впервые в Советском Союзе были разработаны Ленинградским Государст-

от таковой для оборудования, устанавливаемого на производственный участок. Следовательно, на адаптацию ушло три месяца интенсивных работ.

В результате на базе лабораторной технологии было освоено в очень короткий срок имеющееся производственное оборудование участка и составлена технология в виде маршрутных карт и технологических инструкций применительно к имеющемуся оборудованию.

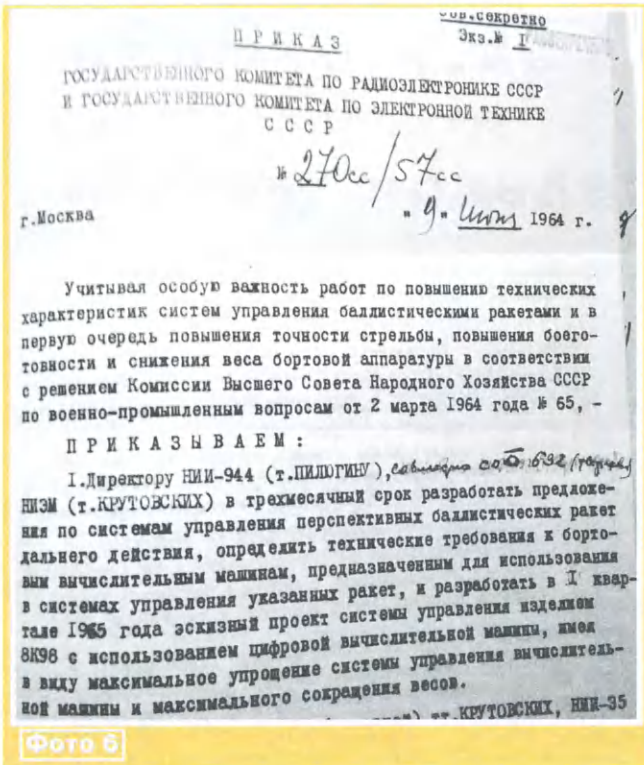


Фото 6

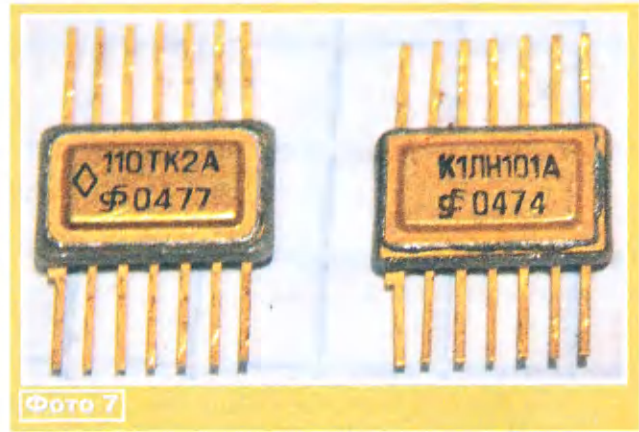


Фото 7

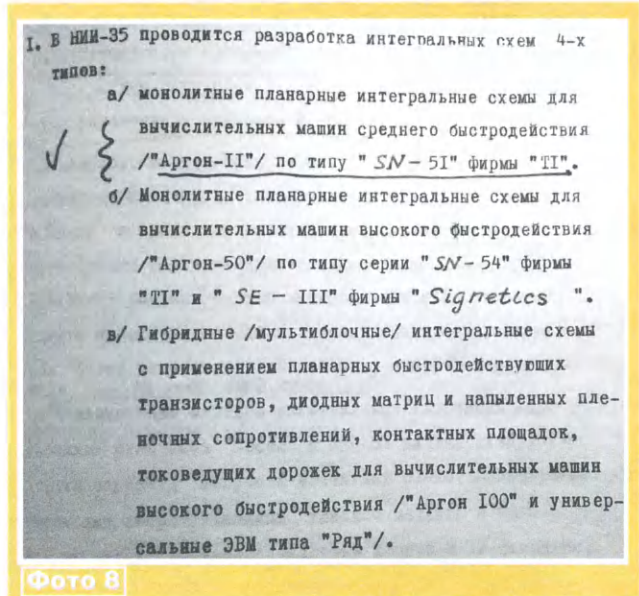


Фото 8

Научно-технические работы выявили наличие принципиальных трудностей в разработке твердых схем. При производстве, прежде всего, на всех этапах технологического процесса должна соблюдаться производственная гигиена, соответствующая самым жестким требованиям, строго контролируемые температура и влажность.

Чрезвычайно сложны были процессы физико-химических отмывок полированных кремниевых пластин из-за высокой сорбционной способности мономолекулярных оксидных слоев на кремнии. Эту проблему полностью удалось решить только к 1970 г. Много проблем возникало по исследованию абсолютно бездислокационного кремния с низким уровнем подвижности и удельного сопротивления. Пришлось решать сложные вопросы получения структурно-плотных оксидных слоев, пригодных для защиты при селективной диффузии. Вопросы создания твердых схем требовали от фотолитографических процессов и фотошаблонов допусков на геометрические размеры ± 1 микрон.

Это только небольшая часть проблем из множества других, которые нужно было решить для скорейшей организации процесса производства твердых схем. Все эти принципиальные трудности не позволили довести разработку серии ТС100—ТС106 до производственного выпуска к началу 1965 г., как было предписано. Только к концу года положение стало несколько выправляться с привлечением большого числа отделов и сотрудников для интенсификации исследований и поступлением в подразделения закупаемого по импорту оборудования и химически чистых реагентов. В общей сложности за это время в производственную линию было смонтиро-

вано более 180 единиц приобретенного за рубежом технологического оборудования.

Несмотря на все имеющиеся объективные трудности как технологического, так и организационного характера, в том числе отсутствия серийно выпускаемых корпусов для твердых схем, 23 июля 1965 г. опытный участок по производству ТС100—ТС106 был сдан Государственной комиссии.

Коллектив НИИПЭ (бывшего НИИ-35, изменившего свое название) ждала продолжительная и напряженная работа по обучению и передаче опыта специалистам профильных заводов министерства — Воронежскому (ВЗПП), Таллинскому им. Пегельмана, предприятиям недавно созданного Научного Центра в Зеленограде, Киевскому КНИИМП и Минскому МИОН.

В первую очередь, в 1966 г. на Фрязинском заводе полупроводниковых приборов (ФЗПП) было налажено серийное производство схем ТС100—ТС106, получивших после приёма Государственной Комиссии другое название — серия ИС-100 (фото 5). Все предприятия и конструкторские бюро при них приступили к интенсивному освоению новых технологий, расширяя номенклатуру твердых схем и организуя серийное производство с целью обеспечения важнейших разработок, имеющих непосредственное отношение к обороноспособности страны.

Итогом этой масштабной научной, организационной и технологической

работы стал выпуск на опытном заводе НИИПЭ 21500 шт. микросхем серии ИС-100—ИС-106, что позволило отработать всю схемотехнику и создать два комплекта бортовой ЦВМ "Аргон-II" для баллистической ракеты РТ-2 (фото 6).

После начала серийного производства в 1967 г. за один год общее число произведенных на ФЗПП и переданных разработчикам микросхем будущей 110-й серии (фото 7), достигло 50000 шт., открыв широкие возможности конструкторам для создания космической техники, в том числе создания в начале 1968 г. бортового вычислителя для орбитального корректора траекторий баллистических ракет.

Для НИИ полупроводниковой электроники в 1965 г. работа по созданию кремниевых интегральных схем только начиналась, поскольку, ещё не закончив работ по 110-й серии, по распоряжению Правительства нужно было приступить к созданию аналогов серии SN54 фирмы Texas Instruments и гибридных быстродействующих схем "Посол", в будущем 217-й серии микросхем, а также технологий их серийного производства (фото 8).

(Продолжение следует)

Музей

"История электросвязи
и
вычислительной техники"

О. РАЗИН, г. Москва

В феврале 2021 г. старейшее высшее учебное заведение связи России — Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ) — отметил 100-летний юбилей. В МТУСИ организован музей "История электросвязи и вычислительной техники", особенность которого состоит в том, что все экспонаты музея находятся в рабочем состоянии. О создании музея и самой интересной и даже уникальной его экспозиции, посвящённой началу цветного телевизионного вещания, рассказывает один из организаторов музея, его руководитель, заведующий учебными лабораториями кафедры "Радиооборудование и схемотехника" Олег Александрович Разин.

Музей "История электросвязи и вычислительной техники" создан при кафедре "Радиооборудование и схемотехника" МТУСИ в 2016 г. инициативной группой сотрудников и преподавателей кафедры. Он представляет собой собрание уникальных коллекций различной аппаратуры, так или иначе имеющей отношение как к истории зарождения электросвязи, так и её развития, вплоть до конца прошлого столетия. В музее представлены не только отдельные экспонаты, но и целые комплексы различных направлений электросвязи.

Главная и отличительная особенность музея — полноценная работа всей аппаратуры, что делает экспозицию музея полностью действующими с возможностью демонстрации работы целых комплексов некогда действующих линий связи, где вся аппаратура работает как бы в "реальной жизни". Это дополняет ещё и то, что вся аппаратура по возможности экспонируется в интерьерах, приближённых к оригинальным.

Предпосылки и история развития музея

Идея создания музея родилась в самом конце 2015 г. Предпосылкой для этого явилось то, что старая техника ушла из нашей жизни. Ушла безвозвратно. На смену пришли новые, цифровые технологии. По иным принципам строится вся аппаратура радиосвязи, радиовещания, телевидения, системы коммуникации, бытовая техника. Изменился и сам подход к проектированию и конструированию этой аппаратуры. И это нормально, поскольку жизнь не стоит на месте. Всё развивается и идёт вперёд. Так было во все времена. Но, несмотря ни на что, есть в этом и грустный момент.

В последнее время, проходя по учебным лабораториям кафедры, постоянно приходилось ловить себя на мысли, что

большинство из того, что мы создавали и восстанавливали за последнее десятилетие, безвозвратно устаревает и теряет смысл в современном учебном процессе. Не спасают даже внутренние самоубеждения, что мы, дескать, учим принципам, основам работы и построения, а не аппаратуре как таковой. Увы, большинство принципов и основ построения также убежало вперёд, и вид наших лабораторий в рамках современного обучения и современной жизни вообще всё больше вызывает улыбку и недоумение.

Физически и морально устаревшее оборудование лабораторий уже не годится для обучения специалистов на современном уровне, по современным программам. Да и многие преподаватели кафедры уже предпочитают не проводить практические занятия на этой аппаратуре и переходят на современные методы с применением компьютерных технологий. Трудно сказать, насколько такой подход является правильным, но в данном случае с этим приходится мириться как с данностью. Как следствие, техника лабораторий на 90 % простаивает, и грустно осознавать, что придётся рано или поздно расстаться с тем, во что было вложено столько души, сил и труда. Вряд ли вуз будет ещё долго держать этот, в свете современных реалий, хлам.

Но мы не сдавались и искали решение. И когда однажды прозвучала фраза: "Вам, господа, вместе со всеми вашими лабораториями место уже в музее", стало понятно, что ВОТ ОНО! Вот ответ и решение! Решение, которое поставит, как говорится, всё с головы на ноги, и вся наша аппаратура и деятельность окажется на своём законном месте.

С учётом огромного накопленного опыта эксплуатации и ремонта радиооборудования возникла идея создания при кафедре действующего музея, в котором вся имеющаяся аппаратура, а также приобретённая в процессе разви-

тия музея в будущем обретёт вторую жизнь и будет приносить пользу учебному процессу уже в виде наглядного исторического направления. Учитывая то, что подобные музеи могут являться определённой "изюминкой" или, как сейчас модно говорить, "фишкой" любого вуза, в том числе и информационной направленности, было вынесено предложение руководству о создании в вузе при кафедре "Радиооборудование и схемотехника" (РОС) подобного музея.

Существенный и благоприятный фактор для создания музея — наличие на кафедре РОС и в личных коллекциях сотрудников значительного числа работоспособных потенциальных экспонатов будущей экспозиции музея.

Ещё один немаловажный фактор — наличие полноценных ремонтных и реставрационных мастерских, созданных сотрудниками лаборатории. Оборудование этих мастерских позволяет проводить полноценный ремонт и реставрацию экспонатов музея, а также поддерживать их в полностью работоспособном состоянии.

Предложение нашей инициативной группы руководством вуза было поддержано. Но с некоторыми оговорками. Пока под музей планировалось выделить только одно небольшое помещение, поскольку руководство, хоть и одобрило проект, но скептически относилось к возможностям сотрудников лаборатории создать его в заявленном виде. По той же причине на проект пока не выделялось никакого финансирования, а руководством было предложено создать задуманное в предоставленном помещении и из имеющегося оборудования и экспонатов.

Было совершенно очевидно, что реализовать на должном уровне поставленные задачи в предложенных условиях было практически невозможно. Это однозначно привело бы к полной дискредитации проекта в глазах руководства. Тогда мы приняли решение отре-

монтировать предоставленное помещение и создать запланированные там экспозиции на высоком техническом уровне на собственные средства в надежде достойно показать свои цели, возможности и заслужить доверие к проекту у руководства.

В течение двух месяцев мы произвели полный ремонт помещения с покраской стен и потолка, облицовкой трети высоты стен стеновыми панелями, укладкой ламинированного напольного покрытия, заменой входной двери, подвеской оригинальных светильников, прокладкой электрики и прочих коммуникаций. Смешно вспомнить, но я даже не предполагал, что эта небольшая комната могла таить в себе несколько маленьких тайн. Неожиданно в стенах обнаружили две замурованные двери. Одна шла в соседнюю аудиторию, а другая — в холл лестничной площадки. Ещё в одной стене оказался также тщательно замурованный шкаф с антресолями. Вместо одной двери мы сделали проход в соседнее помещение, которое впоследствии стало следующей комнатой музея, а на месте второй двери и шкафа устроили объёмные ниши, в которых удобно разместились несколько экспозиций.

В течение следующих пяти месяцев мы смонтировали в помещении все задуманные на тот момент экспозиции. Часть экспонатов экспозиций была взята из оборудования лаборатории радиопередающих устройств (РПДУ), часть — из личных коллекций сотрудников, а часть — приобретена на собственные средства сотрудников учебно-

музейной лаборатории. Также силами своих мастерских, в индивидуальном порядке была изготовлена мебель, имитирующая интерьеры рабочих мест, показываемых в экспозициях. Параллельно с работами по монтажу экспозиций проводились ремонт и первичная реставрация экспонатов.

Эта идея полностью себя оправдала, и уже при первой демонстрации экспозиции первого зала учебно-музейной лаборатории произвела сильное впечатление, и в дальнейшем планы развития учебно-музейной лаборатории получили у руководства Университета полную поддержку и финансирование.

Музей сегодня

В настоящее время экспозиции музея занимают шесть больших помещений. Это и проводная телефония и телеграфия, начиная от ручной и заканчивая автоматическими станциями. Это и различные виды радиосвязи как гражданского, так и военного назначения. Большая экспозиция, посвящённая магистральной радиосвязи. Радиосвязь на морских судах, в авиации, на автомобильном транспорте. Экспозиция, посвящённая развитию бытовой телерадиотехники, начиная от фонографов Эдисона и музыкальных катушек позапрошлого века до видео- и аудиотехники конца 80-х годов прошлого века. Также в распоряжении музея имеются полноценно действующая телевизионная аппаратура с небольшой съёмочной студией и большая экспозиция, посвящённая истории вычислительной техники.

Как было сказано выше, все экспозиции — действующие. Приведу в качестве примера экспозицию "Магистральная радиосвязь". Она самая "навороченная" по числу экспонатов, сложности устройства и коммутации. Устроена она так: сигналы от двух телеграфных аппаратов ("Центральный телеграф") через аппаратуру тонального телеграфирования (ТТ) и двух блоков реле соединительных линий (РСЛ) декадношаговой АТС (междугородная часть АТС) уплотняются для передачи по кабелю аппаратурой П-304 и П-317. На другом конце кабеля (в рамках музея он короткий) происходит разделение этих сигналов аналогичной аппаратурой, где они поступают на возбудители передатчиков ПКМ5 и ПКМ20 ("Федеральный передающий радиоцентр"), соответственно телефонные на одной боковой полосе (ОБП), а телеграфные посредством частотной телеграфии (ЧТ). Передатчики работают на эквиваленты антенн. Приёмные устройства КРАБ и КМПУ ("Областной приёмный радиоцентр") принимают сигналы от передатчиков и подают их снова на аппаратуру уплотнения. Далее по кабелю, где в соседнем зале он переходит в воздушно-столбовую линию, сигнал снова поступает на аппаратуру уплотнения ("Областное отделение "Почта — телефон — телеграф"), где разделяется и подаётся на два телеграфных аппарата и телефонный коммутатор. Таким же образом сигнал идёт и в обратном направлении. Единственно только, что на "Областном передающем радиоцентре" в качестве передатчиков используются только их



Экспозиции "История звукозаписи и звуковоспроизведения".

возбудители ВО-71 с небольшими антеннами. Размещение четырёх полноценных передатчиков в наших условиях просто нереально.

Остальные экспозиции музея, относящиеся к радиосвязи, устроены по аналогичному принципу. Корабельные радиорубки работают друг с другом и с "берегом" по телефонному каналу, телеграфному с ключа и телеграфному ЧТ для буквопечати. Кстати, с берегового центра предусмотрен радиорелейный мост на Р401 с областным радиоцентром. Таким образом, можно организовать мост "корабль — берег — домашний телефон". В реальности так организовывались телефонные разговоры членов экипажей кораблей с семьями на "большой земле".

Военный узел связи также предусматривает связь со своего центрального телефонного коммутатора с другими объектами через радиоканал, радиорелейный канал и проводные каналы, кроме того, внутреннюю проводную связь между своими частями.

Все КВ-приёмные устройства на экспозициях имеют централизованную антенную разводку, а УКВ-приёмные устройства — свои местные антенны и в пределах нашего корпуса прекрасно принимают сигналы с антенных эквивалентов передатчиков.

Во время больших экскурсий часто оператор на нашей коллективной радиостанции RU3С отвечает на вызовы с корабельных УКВ-радиостанций "Рейд" и "Акация".

Дальнейшее развитие музея продлается. Сейчас ведутся работы по созданию экспозиции "Контрольно-диспетчерский пункт", где в натуральную величину создаётся верхушка диспетчерской вышки со всем радиооборудованием. Ведутся постоянные работы по ремонту и реставрации экспонатов, а также обширная работа по поиску новых экспонатов. Недавно у музея появился собственный сайт по адресу <https://museum.mtuci.ru/lp/> в Интернете.

Экспозиция "Телецентр"

На экспозиции "Телецентр" представлена телевизионная аппаратура аппаратно-студийного блока (АСБ) телецентра времён начала регулярного цветного телевизионного вещания, а также антураж съёмочной студии тех лет. "Телецентр" или АСБ — самая большая по площади экспозиция музея. В нашем музее она занимает большое помещение, разделённое неполной перегородкой на две части. В одной части находится аппаратная, где размещена телевизионная аппаратура, а в другой — съёмочная студия с аппаратурой студийного освещения, передающими телевизионными камерами и несколькими сценами-декорациями. Сцены-декорации также являются тематическими экспозициями музея и построены на основе различных исторических экспонатов.

Но это не только самая большая экспозиция нашего музея, но и самая грандиозная, как в историческом, так и функциональном плане, поскольку мало где найдётся полный действующий комплект телевизионного АСБ. Возьму на себя смелость сказать, что на данный момент это единственная подобная экспозиция в России. К тому же у неё весьма занимательная история, которая, на мой взгляд, заслуживает отдельного внимания. Об этом я расскажу более подробно.

Когда было принято решение организовать в музее экспозицию, посвящённую студиям телевизионного и радиовещания, мы стали предпринимать активные действия по поиску подходящих экспонатов. Проблем с радио не возникло. На наши просьбы мгновенно откликнулись многочисленные организации. Помогли и различные студии, "Пятницкая 25", различные узлы связи и даже бывший МГРС пожертвовал нам полный комплект проводного вещания, в составе которого были основной усилитель УПВ-5, передатчики второй и третьей программ, трансформаторные стивиты и т. д. Кроме того, много аппаратуры было найдено в стенах родного вуза, которую бережно сохранили некоторые преподаватели и сотрудники.

Совсем другое дело оказалось с телевидением. Сначала нам повезло, поскольку буквально сразу откликнулся подшефный колледж и предложил комплект двух студийных камер КТ-132 и аппаратных стоек к ним. Но, увы, на этом всё и закончилось.

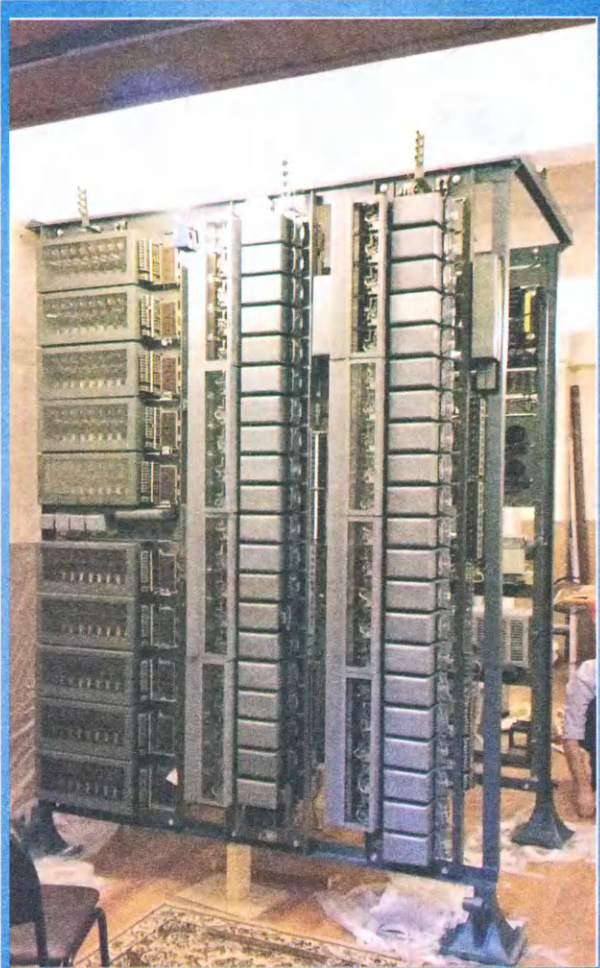


Экспозиция "Корабельная радиорубка".

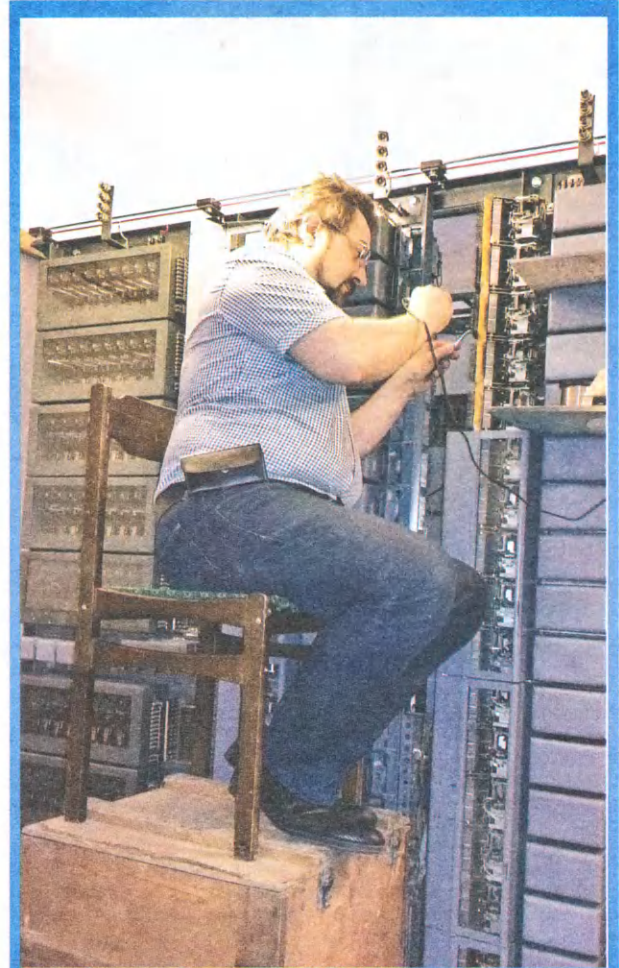
Дело в том, что с двумя камерами, пусть даже со стойками управления, полноценной экспозиции телевизионной аппаратурой не построить. Кроме камерного оборудования, необходимы видеомикшерный пульт, студийные мониторы, коммутационные матрицы, видеомагнитофоны (хотя бы один) и

заци и от имени вуза, и от имени его учредителя — Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. Никаких результатов. Создалось впечатление, что вся подобная аппаратура поголовно уничтожена по всей стране. Хотя, скорее всего, на наши просьбы просто не было желания

Рядом с нашим вузом находится другой — "Национальный исследовательский университет "МЭИ". Каждый раз по дороге на работу и обратно я и мои коллеги проезжаем мимо одного из их общежитий, на одной из дверей которого красуется вывеска "Учебный телецентр МЭИ". Не знаю, почему, множест-



Монтаж АТС.



Налаживание АТС.

звукое телевизионное оборудование. По крайней мере, пульт. Хотя бы это. Конечно, ещё лучше иметь дополнительные устройства для показа кинофильмов, слайдов и титров. Как видите, список аппаратуры получается весьма солидный, но что делать, это телевидение! Пытаться построить экспозицию без всего этого — это создать в уголке очередной склад из пары металлических шкафов, видеокамеры, тоскливо смотрящей в пол или стену и прочей никому не понятной мелочёвки. Подобных, покрытых пылью паноптикумов, сейчас полно в самых различных музеях, и строить такое — это только дискредитировать основную концепцию нашего музея, о которой неоднократно говорилось ранее.

Увы, куда мы только не обращались, кого только ни просили, какие только письма ни писали в различные органи-

зации и от имени вуза, и от имени его учредителя — Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. Никаких результатов. Создалось впечатление, что вся подобная аппаратура поголовно уничтожена по всей стране. Хотя, скорее всего, на наши просьбы просто не было желания

откликаться и уж тем более заниматься этим. Правда, несколько раз вежливо откликались различные ответственные лица из Останкино, заведующие там делами регионов. Они даже обещали в кратчайшие сроки решить наш вопрос и буквально завалить нас подобной аппаратурой, которой в регионах якобы ещё "пруд-пруды". Но потом также вежливым и таинственным образом исчезали. В конце концов, когда стало ясно, что все наши усилия тщетны, мы решили отказаться от идеи создания подобной экспозиции и начали думать, как и подо что использовать отведённое для неё место. Поток идей дальнейшего развития музея не иссякал, с учётом размеров помещения быстро были построены новые планы, и началась подготовка к их исполнению. И вот тут произошло то, что часто называют случаем, который происходит один раз в жизни.

во раз проезжая мимо, ни у меня, ни у моих коллег не возникло желание хоть раз попробовать туда зайти и посмотреть, что же там находится. Наверное, была твёрдая уверенность, что если там что-то и есть, то это нечто современное, а может быть, уже и цифровое. Вот всем нам урок — не жить стереотипами!

Итак, однажды, когда я вечером спокойно отдыхал дома, раздался телефонный звонок. Звонил мой коллега, заместитель заведующего нашей кафедры, Роман Ивановский, который взволнованным голосом сообщил, что к нему обратились один из его знакомых приятелей и поведал потрясающую информацию! Оказывается, в МЭИ полностью сохранился учебный телецентр, функционировавший там ещё с начала 80-х годов! Последние годы он не работал. Телецентр был полностью укомплектован



Экспозиция "Областной радицентр".

аппаратурой того времени, включая студийный видеомагнитофон "Кадр-ЗП". Руководство кафедры радиотехнических приборов и антенных систем (РТП и АС), к которой этот телецентр относился, по указанию руководства МЭИ, приняло решение о его демонтаже и утилизации. В данный момент аппаратуру телецентра начинают постепенно разгребать. Даже сам приятель Романа тоже уже присмотрел там что-то для себя.

В голове мгновенно пронеслись и это общежитие, и эта вывеска, и ещё мысли о том, что мы полные "...чудаки...". Да, этой ночью заснуть я уже не смог.

Как сказал мой коллега Роман, его знакомый обещал поговорить "там с кем-то" на кафедре и договориться о нашем посещении. Было ясно, что в сложившейся ситуации ждать, пока там "кто-то с кем-то договорится", и "кто-то там подумает и, может, согласится", от аппаратуры телецентра останутся "рожки да ножки". Поэтому, скрепя сердце и посылв ко всем чертям приятельскую этику, я принял решение действовать самому и как можно быстрее, без всяких там "кто-то, с кем-то, когда-то".

На следующий же день я поднял на ноги всех из руководства нашей кафедры для скорейшей попытки выйти на контакт с руководством кафедры РТП и АС МЭИ, при которой находился телецентр. Повезло. Декан нашего факультета прекрасно знал заведующего той кафедры и тут же смог договориться о

немедленной встрече. Я так волновался, что помчался в МЭИ в рабочей одежде и дырявых рабочих ботинках.

Далее, я хочу выразить большую благодарность заведующему кафедрой РТП и АС МЭИ Александру Ильичу Баскакову, а также заведующему лабораторией Андрею Борисовичу Мазичкому, которые незамедлительно и очень радушно меня приняли. Подробно рассказав им о нашем музее, наших проектах, нашей концепции и до сих пор неудачных попытках создать полноценную экспозицию, посвящённую истории телевидения, я с большим волнением изложил им свою просьбу о возможной передаче нам оборудования телецентра, которое всё равно было решено утилизировать, твёрдо пообещав, что мы приложим все усилия не просто сохранить всю аппаратуру, а полностью её восстановить, тем самым воссоздав рабочий АСБ телецентра.

Волнения мои оказались напрасными. Александр Ильич и Андрей Борисович очень внимательно и с нескрываемым интересом меня выслушали, проявили полное понимание и обещали отдать распоряжение о немедленном прекращении утилизации оборудования учебного телецентра, а также в ближайшие сроки решить вопрос о передаче оборудования в музей МТУСИ. Пока всё складывалось удачно.

Немного посоветовавшись, Андрей Борисович решил не откладывать всё в "долгий ящик" и провёл меня на учебный телецентр. Тут я испытал настоя-

щий шок! Я по-разному представлял то, что увижу. Но то, что я увидел, было выше всех ожиданий! Это был практически полный, внешне не разорённый АСБ. Вся аппаратура, за некоторым исключением, была французская фирмы Thomson-CSF. По словам сотрудников кафедры, вся аппаратура была передана в МЭИ с телецентра на Шаболовке. Тогда я ещё не знал, что это за аппаратура, какова её настоящая история, и не придал особого значения, откуда она. Ну, с Шаболовки так с Шаболовки. На самом же деле история оказалась очень интересная. Но об этом позже.

Здесь были восемь аппаратных стоек, большой видеопульт, стеллаж с 12 мониторами, две студийные камеры, три телеслайдпроектора, два телекинопроектора для 35-миллиметровой киноплёнки, студийный видеомагнитофон "Кадр-ЗП", звуковой микшерный пульт со своей стойкой управления. Весь телецентр занимал несколько помещений. Была большая съёмочная студия. Было большое помещение аппаратной и ещё одно помещение для специальной аппаратуры. Также несколько маленьких помещений под хранение кино- и видеоматериалов. Видно было, что телецентр давно не использовался по прямому назначению. Все помещения были завалены разнообразным сторонним оборудованием, какими-то коробками и прочим хламом. Само телевизионное оборудование давно не включалось и поросло слоями пыли. Но главное, сохранившееся оборудование

было внешне комплектно. Это был просто сон! Но в дальнейшем начались "суровые будни"...

Дело в том, что на самом телецентре тоже были свои сотрудники. Для них решение руководства кафедры и моё появление, сопровождающееся новостью о передаче оборудования в музей МТУСИ, оказалось крайне, подчёркиваю — очень крайне неприятной ново-

Целый день пришлось довольствоваться разборкой и вывозом различной вспомогательной аппаратуры, остатков от старых мониторов и прочего хлама. В принципе, этого всё равно хватило на целый день.

Вечером того же дня я позвонил заведующему кафедрой Александру Ильичу с вопросом о его якобы "вводной" и связанной с этим проблемой. Но

все вспомогательные чёрно-белые мониторы. На наше счастье практически на всё оборудование сохранилась документация. Огромное число толстых фолиантов на французском языке и брошюры переводов к ним. Книг было множество. Разбираться, что от чего и что к чему, не было времени. Единственно, мы тщательнейшим образом обшаривали все углы, шкафы, горы разнообразных бумаг, чтобы ничего не упустить. Подобная документация настолько уникальна, что найти её впоследствии где-нибудь не будет никаких шансов.

Каждый день местные сотрудники придумывали самые разнообразные причины, по которым они не давали нам демонтировать и вывозить основное оборудование, включающее телевизионные стойки, главный пульт, стеллаж с мониторами и телеслайдпроекторы. Ни уговоры, ни объяснения, ни даже ругань не помогали. В конце концов, дело остановилось. Самое главное, было совершенно непонятно, зачем они это делали. Возможно, надеялись до предела затянуть процесс и оставить оборудование себе на разграбление. Ничего не оставалось, как всё-таки обратиться к заведующему кафедрой и рассказать о создавшейся ситуации. Все дни до этого я воздерживался от подобного действия, но теперь не было иного выхода. Александр Ильич был крайне возмущён и на следующий же день лично приехал на телецентр. Скандал был "крепкий", поскольку его отголоски слышались через несколько дверей. В итоге, мы получили долгожданное "добро" и приступили к скорейшему демонтажу и вывозу оставшегося оборудования. Также договорились и о вывозе фальшпола, без которого, как я прикинул, мы не сможем нормально установить это оборудование у нас.

Грузить и вывозить приходилось самим. Что-то на нашей институтской "Газели", когда нам её давали, что-то на своих автомобилях, когда нужна была оперативность. На дворе стоял декабрь. Причём на редкость холодный. Таскать всё приходилось на руках по улице, поскольку "Газель" не могла припарковаться рядом с чёрным входом телецентра. Чтобы некоторая аппаратура стала хоть сколько-нибудь подъёмная, её приходилось разбирать на части. Но несмотря на это, некоторые части аппаратуры весили столько, что их можно было поднять только четвером. Сердце "обливалось кровью", когда части аппаратуры и стойки приходилось тащить по снеговой жиже, вперемежку с реагентом. Под вечер выматывались так, что еле-еле доползали да своей лаборантской в институте, кое-как отмывая изрезанные руки.

Очень много было найдено и вывезено дополнительной аппаратуры, которая явно не использовалась в учебном телецентре. Её, видимо, так и не смогли установить, подключить и просто сбросили по всем комнатам и углам. Так, например, получилось со встраиваемыми консолями видеомикшера и генератора спецэффектов, блоки управления от которых находились в телевизионных



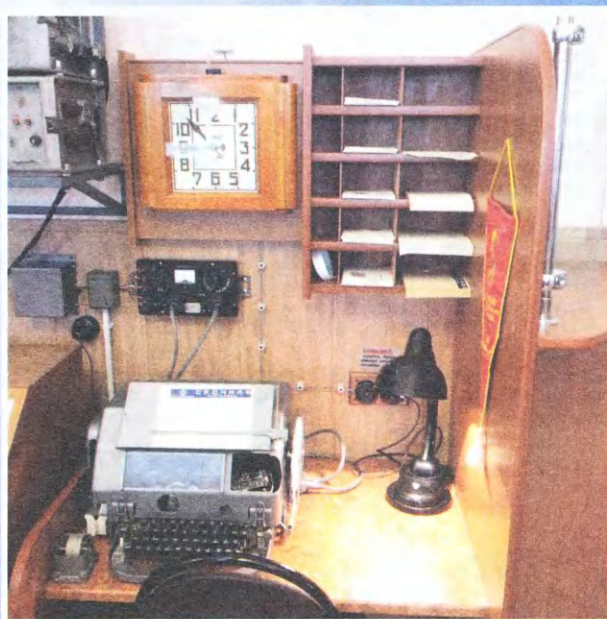
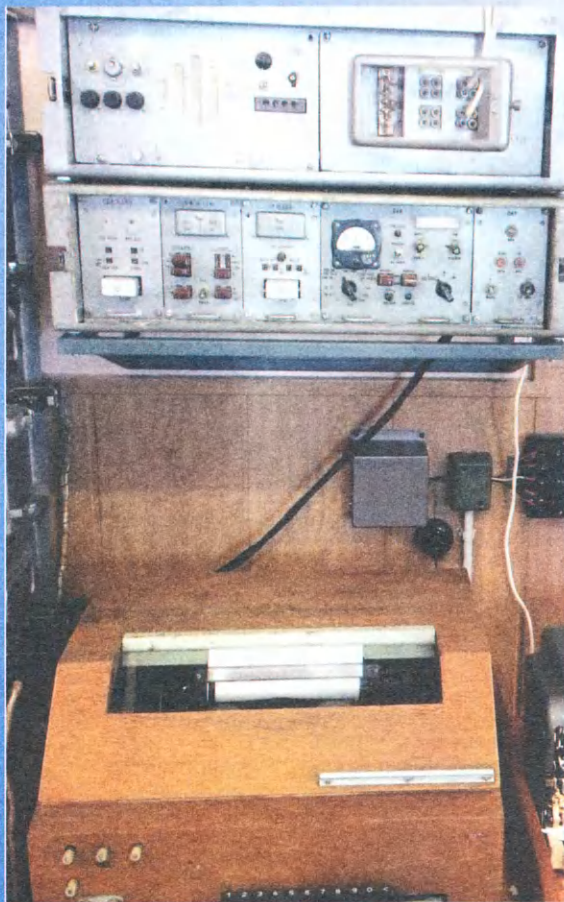
Кабина для междугородных переговоров.

стью. Эти товарищи вовсю готовились к сдаче всего оборудования на "цветмет".

Началась "холодная война". Начало демонтажа оборудования было намечено на следующий же день. Но придя туда в полном составе, который удалось собрать, мы были сразу огорашены новостью, что, мол, поступила "вводная" от заведующего кафедрой о том, что основное оборудование мы пока не трогаем, поскольку решаются какие-то там вопросы. Кроме этого, сразу начались намёки, что всё это как-то не "по понятиям" и неплохо бы отблагодарить местных сотрудников денежными знаками. Что же мне оставалось?... Разумеется, пришлось согласиться, поскольку ценность так неожиданно свалившегося на нас оборудования была для нас огромная, и любых конфликтов желательно было избегать. Но моё согласие не отменило "вводную" на запрет демонтажа основного оборудования.

каково же было моё удивление, когда он ошеломлённо ответил, что ничего подобного он никому не говорил и не поручал. Стало ясно, что это была выдумка местных сотрудников. Странное поведение для взрослых людей, конечно. Но, увы, подобного впоследствии было немало. Местные сотрудники зверски сопротивлялись, правда, делая это с милейшими улыбками и очень вежливо разговаривая. На конфликт, по-прежнему, идти я не мог, прекрасно понимая, что если дело дойдёт до него, то ситуация может очень осложниться и, возможно, поставит под угрозу успех всего дела. Поэтому приходилось проявлять чудеса дипломатии и мало-помалу "отгрызать" одну аппаратуру за другой.

Так прошла неделя. Мы вывезли телекинопроекторы, звуковой пульт, звуковую стойку усилителей и коммутации, видеомагнитофон "Кадр-ЗП", передающие телевизионные камеры и гидравлические штативы к ним, а также



Экспонаты экспозиции "Областное отделение "Почта — телефон — телеграф".

стойках, а самих пультов-консолей не было. К нашей всеобщей радости, мы раскопали их в одном из углов, а потом откопали и кабели от них под фальшполом. Хорошо, что вся аппаратура была

французского производства, со специфическим дизайном и оформлением органов управления, и хорошо выделялась на фоне прочего хлама, в изобилии валяющегося повсюду.

Всё это шло под ожесточённое сопротивление местных сотрудников, которые буквально из-под носа выхватывали латунные и алюминиевые профили, кругляки, чушки, остатки кабелей

и прочий хлам. Иногда они норовили уволочь что-то ценное и нужное. Тогда это приходилось с "боем" отвоёвывать, до хрипоты доказывая, что это части нужной аппаратуры, без которой её не удастся восстановить.

С одной стороны, было очень смешно смотреть, как заслуженные преподаватели серьёзной кафедры, уже в почтенном возрасте, как последние бомжи, ползая на карачках, вынимают из-под фальшпола бесконечные грязные железки. Оттаскивают их куда-то в свой "загашник", чтобы потом сдать на "цветмет". С другой стороны, я поражался, до чего могли пойти эти люди, занимающиеся подобным ради сомнительной выгоды в несколько тысяч рублей.

Зачастую в этот "загашник" отправлялись и весьма ценные вещи и аппаратура. Они не имели непосредственного отношения к телецентру, поэтому "официально отбить" их не получалось. Приходилось, скажу к своему стыду, идти на хитрость... Отвлекая местных товарищей, тайком утаскивать некоторые, приговоренные к сдаче на "цветмет", вещи в наши машины. Так удалось спасти японские видеоманитофоны UMATIC, одну из первых видеокамер SONY Tricoin, уникальный отечественный видеоманитонфон "Спектр-203", множество кабелей, лампы для студийных прожекторов и многое другое.

Отдельная история была с огромным архивом видеоленты. На телецентре находилось не менее 200 бобин с различными архивными видеозаписями. Многие из них были просто уникальны. Когда телецентр МЭИ функционировал, он вёл очень активную работу. Поговаривают даже, что был канал связи на Останкино. Телецентр работал на таких мероприятиях как "Олимпиада 80", "Фестиваль молодёжи и студентов 86", похоронах Л. И. Брежнева и многих других интересных событиях. Множество материалов были посвящены непосредственно истории МЭИ, его лабораторий и опытного завода. Весь материал был на бобинах двухдюймовой ленты магнитофона "Кадр-3П".

Ещё были уникальные записи концертов В. Высоцкого. Дело в том, что когда Владимир Семёнович не был особенно любим нашими госструктурами, он часто выступал с концертами в ДК различных организаций. Был и концерт в ДК МЭИ. Телецентр, естественно, снимал этот концерт. Эти боины тоже были в архиве.

Местные сотрудники вцепились в этот архив как клещи! Но как вы думаете, зачем? Для того чтобы сохранить как историю??? Нет!!! Всю видеоленту они планировали спустить в мусорные баки, а алюминиевые катушки сдать всё туда же — на "цвет-мет"!!!

Несмотря на скандал, который я устроил, просто не выдержав такого варварства, договориться не получилось. Местные стояли "на смерть". В итоге, после долгой перепалки, весь архив пришлось выкупать у местных товарищей по цене алюминиевых бобин. Получилось весьма недёшево, но так архив удалось спасти.

К сожалению, так получилось не со всем, что находилось на телецентре. Из-

за сопротивления местных сотрудников мы не смогли спасти студийное освещение и больше половины фальшпола. Постоянно откладывая демонтаж, мотивируя это самыми фантастическими причинами, местные товарищи дождались, что по приказу руководства МЭИ в двухдневный срок помещения должны были быть освобождены. Оперативно прибыли строители, и нас туда уже не допустили. Всё, что там осталось, было благополучно потеряно. Как потом выяснилось, всё было сдано как чёрный и цветной металл каким-то местным начальником общежитий МЭИ. Зачем было это бесконечное глупое откладывание демонтажа оставшегося оборудования местными сотрудниками телецентра, не ясно. Тем более, что барыши им даже и не достались. С оставшимся оборудованием их благополучно "прокатили", просто выгнав оттуда в приказном порядке.

В результате оказались уничтожены 15 студийных прожекторов с моторизованными позиционерами, пульт управления всем светом, десять софитов общего света, микрофонные подвесы и "журавли", оставшийся фальшпол, телевизионная электроштитовая, огромное количество разнообразной мелочи, что могло бы очень пригодиться в восстановлении телевизионной аппаратуры.

В завершение истории не могу не привести ещё один тоскливый факт, который, увы, отражает нашу российскую действительность. На протяжении всех работ я неоднократно задавал вопрос и руководству кафедры, и местным сотрудникам, почему вообще решено было освободить эти помещения, а не обновить современным оборудованием телецентр, который мог бы прекрасно работать и быть очень востребованным в студенческой среде как для творческой работы, так и для обучения по специальности. Ответ был такой, что, по словам вышестоящего руководства, здесь планируется размещение руководящих служб общежитий МЭИ. Странно, конечно, что это за руководство общежития, для размещения которого требуется четыре огромных и шесть маленьких помещения. Но истинный ответ на этот вопрос появился, когда я, в очередной раз проезжая мимо этого общежития, обнаружил, что вывеска "Учебный телецентр МЭИ" сменилась на вывеску "Бойцовский клуб". Вот вам и весь ответ! Видимо, барыши от "обывдения" молодёжи руководству МЭИ важнее, нежели подготовка специалистов по телевизионной тематике. Увы, ничего у нас в России не поменялось со времён Рюриковичей...

Но так или иначе, несмотря на все неприятности, основное оборудование телецентра было спасено. Радости не было предела. Не скрою, всё это произошло настолько неожиданно и скоро, что спутало "все карты", полетел к чертям весь график, план работы по музею, а главное, что помещения лаборатории РПДУ МТУСИ превратились за неделю в непроходимые джунгли "радиожиелеза" и горы кабелей. Завалено было всё, и необходимо было решать, как быть дальше.

По ранее утверждённому плану у нас было создание экспозиции вычисли-

тельной техники с ремонтом помещения под неё. Пришлось срочно менять все планы и договариваться с нашим руководством о переносе ранее выделенных средств на оперативное освоение помещения под новую, грандиозную экспозицию. При этом создание экспозиции по вычислительной технике никто не отменял.

Необходимо было разобрать весь бардак, подготовить вчерне помещения под телецентр и расставить его оборудование на своих местах. Всё необходимо было успеть закончить до планового начала ремонта помещения под вычислительную технику. На всё про всё оставались зимние каникулы.

Работа закипела. Необходимо было подготовить помещение аппаратной, куда разместилось бы всё оборудование. Про студию пока думать было рано. Оперативно освобождали помещение, что было непросто, учитывая полный завал остального пространства. Подготавливали стены, обшивали их гипсокартоном. Делали декоративные короба на батарее отопления. Всё красили. Монтировали фальшпол. Вечерами, консультируясь с различными друзьями и знакомыми, имевшими ранее отношение к телевидению, я разрабатывал и рисовал план размещения оборудования. Перенос разблочного оборудования попал как раз на новогодние праздники. Спасибо всем, кто пожертвовал несколькими днями во имя дела и приехал помочь. Успели в кратчайшие сроки. Помещение было подготовлено, правда, пока без декоративной отделки и ремонта потолка. Оборудование установлено, сблочено и готово к восстановлению. Всё, действительно, стало похоже на настоящую телевизионную аппаратную. Правда, пока мёртвую...

И вот в процессе этой работы произошло не менее знаковое событие, чем находка телевизионного оборудования. Вернее сказать, ошеломляющая новость, которая заставила взглянуть на наш телецентр не просто как на интересный и долгожданную экспозицию, а как, не побоюсь этого слова, на историческую реликвию.

Несмотря на весь разгром, нас посетило множество любопытного народа. Слухи о пополнении музея оборудованием телецентра быстро распространились по нашему институту. Кроме того, многие, принимавшие непосредственное участие в процессе, разнесли эту новость и фотоматериалы по социальным сетям. Поэтому периодические визиты различных людей, среди которых были и мэтры нашей кафедры телевидения, а также сторонних, имеющих отношение к телевидению людей, не удивляли. И вот однажды в один из таких визитов прозвучало:

— "А эта аппаратура, часом, не с Шаболовки ли?"

— "Ну да", — ответил я. "Стояла в МЭИ в качестве учебного телецентра, куда действительно была передана с Шаболовского ТТЦ".

— "Ребята!!! Да вы знаете, что это?!!! Знаете, что это за аппаратура?!"

Заинтриговал? Не торопитесь. Для более полного понимания всей картины приведу немного истории.

История начала телевидения уходит в далёкие 30-е годы прошлого века. Пройдя лабораторные макеты и первые опытные образцы, чёрно-белое телевидение превратилось в самостоятельную отрасль и планомерно развивалось. Но создатели и творцы этой отрасли мечтали о цветном телевидении. Это было крайне сложно. Передать не просто уровни яркости при воспроизведении чёрно-белой картинки, а информацию о её цвете. Поэтому эксперименты в этой области велись чуть ли не с начала развития чёрно-белого телевидения, но очень долгое время не могли уйти далее лабораторных макетов. Более-менее стабильные результаты стали появляться в 50-х годах. В мире появились три основные системы кодирования цвета — NTSC, PAL и SECAM. В нашей стране, где развитие телевидения, особенно цветного, сильно запаздывало, долгое время пытались пользоваться собственной системой кодирования ОСКМ или ЦТНИИР.

После многочисленных экспериментов, переговоров и политических интриг в марте 1965 г. было подписано

соглашение между СССР и Францией о сотрудничестве в области цветного телевидения на основе системы SECAM. 26 июня 1966 г. было принято решение избрать для внедрения в СССР совместную советско-французскую систему цветного телевидения SECAM-111.

Для претворения в жизнь принятых решений был заключён договор на поставку телевизионного оборудования с французской фирмой Thomson-CSF и организована первая "Московская опытная студия цветного телевидения" ОСЦТ-3 на ТТЦ Шаболовка. Комплект аппаратуры получился интернациональным. Основное оборудование было французское фирмы Thomson-CSF, аппаратура телекинопроекции была немецкая фирмы FERNSEH с установленными киноаппаратами фирмы BAUER, а вся измерительная аппаратура, в основном осциллографы и цветные видеомониторы, была американских фирм Tektronix и Conrag.

Студия была смонтирована, и 1 октября 1967 г. вышла в эфир первая регулярная цветная телевизионная

передача с ТТЦ Шаболовка. Этот день в честь такого знаменательного события был назван "Радуга, зажгись!". Цветных телевизоров у населения практически не было, поскольку они ещё не продавались, а поступили в продажу лишь только в этот день. Это были первые цветные телевизоры "Радуга", разработанные и запущенные в производство на заводе им. Козицкого. Поэтому для демонстрации цветного телевидения в витринах всех универмагов по улице Горького были выставлены работающие цветные телевизоры. Вся улица была запружена народом, прильнувшим к стеклянному витринам. На экранах телевизоров шёл балет "Лебединое озеро". Режиссёр придумал очень интересную и эффектную идею. Сначала картинка шла чёрно-белая, привычная всем. Но вдруг она неожиданно сменилась цветной! Эффект был ошеломляющий! Очевидцы говорят, что "ахнула" вся улица Горького, настолько невиданным оказалось это зрелище.

(Окончание следует)

Таймер для мощной нагрузки

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В августовском номере журнала "Радио" этого года была опубликована статья автора "Таймер с независимой установкой режимов "Пауза" и "Работа", в которой речь шла о таймере на основе модуля C005, способном коммутировать нагрузку мощностью до 200 Вт. Нередко возникает потребность периодически включать и выключать более мощную нагрузку. О таймере, способном коммутировать нагрузку более 2 кВт, рассказывает эта статья.

В некоторых случаях требуется таймер, который мог бы подключать мощную нагрузку, потребляющую ток

10 А и более. Например, он может потребоваться, если у пароварки вышел из строя механический таймер, а в

остальном она функционирует нормально. Для этого кухонного прибора нет необходимости в высокой точности выдержки времени. Его также можно использовать и для управления обогревателем, ограничив предельное время его работы.

Для коммутации сетевого напряжения с током 10 А и даже более можно применить триносторы или симисторы, но в открытом состоянии падение напряжения на них, как правило, превышает 1 В (например, у симистора TC106-10), поэтому рассеиваемая на нём мощность при токе 10 А будет более 10 Вт, что немало. К тому же у него открывающий ток управляющего электрода равен 75 мА. Можно применить полевые транзисторы. Но у высоковольтных транзисторов сопротивление канала в открытом состоянии не такое уж маленькое. У большинства распространённых и доступных, таких как, например, серий IRF, IRFB, IRFI, сопротивление открытого канала — омы и десятые доли ома. При токе 10 А на таком транзисторе выделяется мощ-

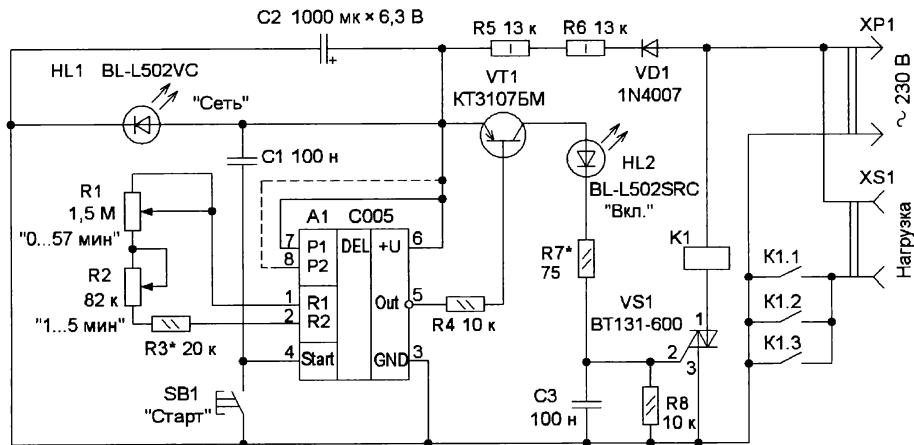


Рис. 1

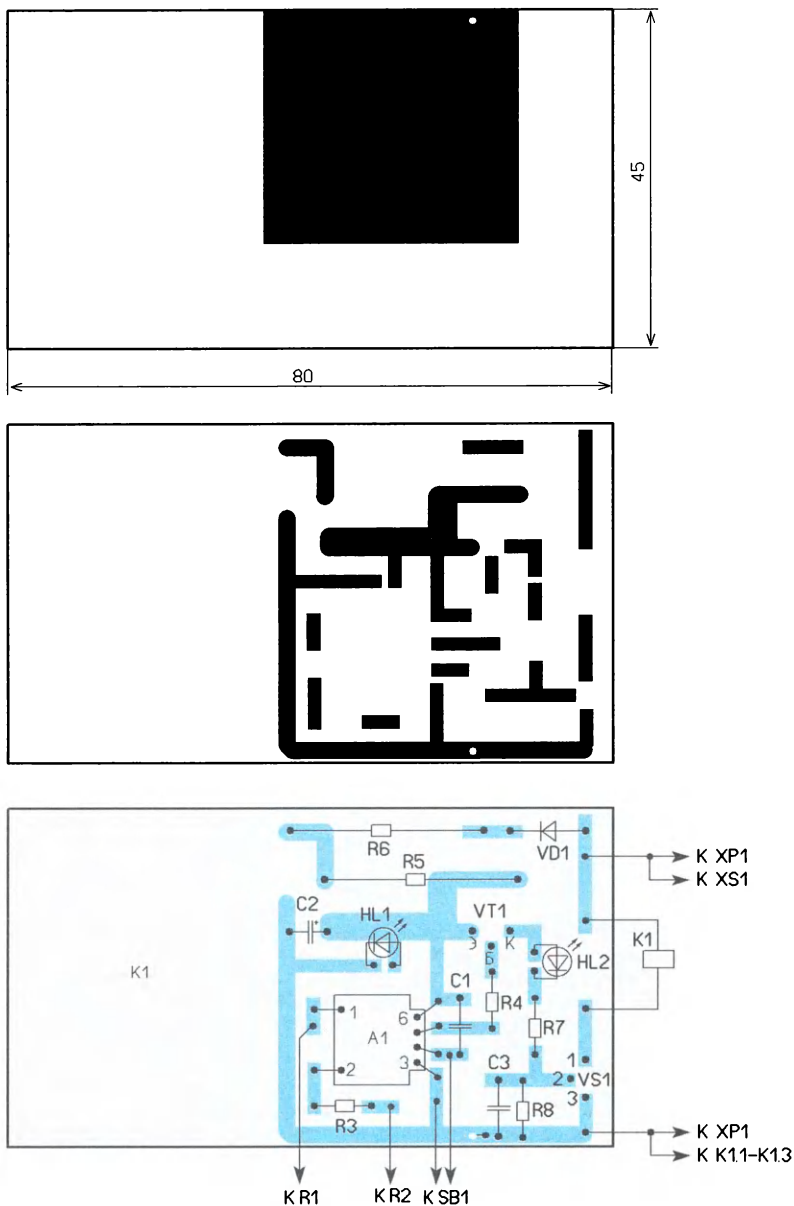


Рис. 2

ность несколько ватт, что потребует применения теплоотвода. Конечно, есть высоковольтные транзисторы и с меньшим сопротивлением канала, но они распространены меньше и стоят дороже.

Поэтому в некоторых случаях электромагнитные реле находятся вне конкуренции, поскольку падение напряжения на замкнутых контактах существенно меньше. Обмотки большинства мощных реле питаются постоянным током, что требует соответствующего источника питания. Но существуют реле, обмотки которых питаются переменным током, а если обмотка рассчитана на напряжение 230 В или 220 В (в соответствии со старым ГОСТом), то это упрощает управление. Например, для этого можно применить маломощный высо-

ковольтный симистор. Если от таймера не требуется высокой точности, в нём можно применить времязадающие узлы на основе RC-цепей.

Эти элементы и были применены в таймере для мощной нагрузки, схема которого показана на рис. 1. Он содержит немного деталей и может обеспечить выдержку времени до нескольких дней. Узел питания устройства собран на диоде VD1, токоограничивающих резисторах R5, R6, сглаживающем конденсаторе C2 и светодиоде HL1 "Сеть", который выполняет функции стабилизатора напряжения (около 3,3 В) и индикатора наличия напряжения сети. Времязадающий элемент — модуль C005 [1, 2], который и формирует указанный временной интервал. Плавное изменение времени выдержки от 1 мин до 5 мин осу-

ществляется переменным резистором R2, а от 0 до 57 мин — переменным резистором R1. При этом время выдержки суммируется, в результате суммарная выдержка будет от 1 мин до 62 мин. Устанавливая переключики на плате модуля C005, максимальное время выдержки можно изменять от нескольких секунд до нескольких десятков часов.

На транзисторе VT1 собран инвертор выходного сигнала модуля A1. Для коммутации мощной нагрузки использовано реле K1, обмотка которого питается переменным напряжением сети. Здесь применено реле РГУ-0 ТУ 16.523.295-7-220 [3, 4], обмотка которого рассчитана на питание переменным напряжением 220 В, а один контакт позволяет коммутировать ток до 6 А [4]. В результате суммарный ток трёх параллельно соединённых контактов окажется в три раза больше. Для подачи питающего напряжения на обмотку реле служит симистор VS1 серии BT131 [5]. Светодиод HL2 сигнализирует о том, что на управляющий вывод симистора подано открывающее напряжение.

Таймер работает так. После подачи питающего напряжения конденсатор C2 заряжается до напряжения около 3,3 В, номинального для светодиода HL1, который светит. Это напряжение через конденсатор C1 поступает на вход "Start" модуля A1, и его запуска не происходит. На выходе "Out" модуля A1 — высокий уровень напряжения, поэтому транзистор VT1 закрыт. Симистор VS1 не открывается, в результате реле и нагрузка обесточены. Для запуска таймера достаточно нажать на кнопку SB1. При этом на вход "Start" модуля A1 поступает низкий уровень напряжения, и начинается отсчёт времени. На выходе "Out" модуля A1 появляется низкий уровень напряжения, транзистор VT1 открывается, через светодиод HL2 и управляющий электрод симистора протекает ток, поэтому последний открывается, на обмотку реле поступает питающее напряжение, и его контакты замыкаются — на нагрузку подаётся напряжение сети.

По окончании времени выдержки на выходе "Out" модуля A1 появляется высокий уровень напряжения, транзистор VT1 закрывается, симистор открывается не будет, реле обесточится и нагрузка окажется отключённой от сети. Для повторного запуска таймера надо кратковременно нажать на кнопку SB1.

Большинство элементов установлены на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы показан на рис. 2. Монтаж элементов проводят со стороны печатных проводников (без отверстий). На другой стороне платы (верхняя на рис. 2) оставлена металлизированная площадка, которая через единственное отверстие соединена с минусовой линией питания модуля A1. Эта площадка выполняет роль экрана и защищает модуль A1 от наводок от сетевых проводов. Реле приклеивают

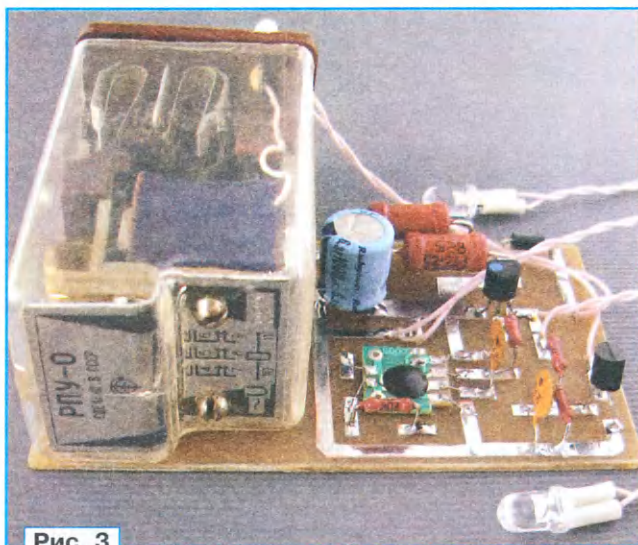


Рис. 3

к плате со стороны установки элементов.

В таймере можно применить постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменные резисторы — СПЗ-9а, СПО, СП4-1, оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, остальные — керамические импортные или отечественные К10-17. Диод — любой выпрямительный с максимальным прямым током не менее 50 мА и допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Транзистор — любой из серии КТ3107. Светодиод HL1 должен быть сверхъяркий белого (или фиолетового, как в авторском варианте) свечения с диаметром корпуса 3...5 мм, светодиод HL2 — также сверхъяркий, обязательно красного свечения с диаметром корпуса 3...5 мм. Кнопка — КМ1-1 или аналогичная, рассчитанная на работу при напряжении сети 230 В. Вид смонтированной платы показан на рис. 3.

В качестве корпуса использован пластмассовый контейнер размерами 105×103×44 мм от гибких дисков. Контейнер покрашен чёрной краской, но его можно оставить и прозрачным. На верхней стороне корпуса установлены переменные резисторы, кнопка, а в отверстиях — светодиоды. На задней стороне установлено гнездо для подключения нагрузки и сделано отверстие для сетевого провода. Внешний вид устройства показан на рис. 4.

Следует отметить, что основным потребителем тока, который втекает в устройство (не считая реле), является симистор VS1, а точнее, ток, необходимый для его открывания, т. е. протекающий через управляющий электрод. Симистор BT131-600, который применён в устройстве, гарантированно открывается при токе управляющего электрода 7 мА, а номинальный ток — 3,8 мА. Поэтому для повышения экономичности устройства надо, чтобы большая часть тока, который задают резисторы R5, R6, попадала в управляющий электрод симистора. Для этого резистор R7 подбирают так,

чтобы при включении таймера (включении и светодиода HL2) светодиод HL1 светил слабо. В большинстве случаев взамен этого резистора можно установить проволочную перемычку, кстати, с этого можно начать монтаж элементов. Кроме того, желательно, чтобы номинальное напряжение светодиода HL2 (обязательно красного свечения) было как можно меньше. В этом случае при его включении светодиод HL1 "Сеть" может почти погаснуть.

Дальнейшее налаживание сводится к установке требуемого интервала регулировки времени задержки, для этого можно использовать информацию о модуле C005, приведённую в [1] или в Интернете. Максимальную выдержку будет определять суммарное сопротивление переменных резисторов и наличие или отсутствие перемычек на выводах 7 и 8 модуля А1. Следует учесть, что суммарное сопротивление более 5 МОм или менее 10 кОм может привести к повышенной нестабильности времени выдержки. Чтобы иметь возможность установки как небольшой выдержки, так и максимальной, следует применить два переменных резистора, разница в сопротивлении которых должна быть 10...20 раз.

Отдельная проблема — градуировка шкал переменных резисторов. Для больших выдержек такая градуировка с реальным измерением времени становится мучением. Поэтому можно предложить такой вариант. В уже собранную конструкцию устанавливают частотозадающий резистор R сопротивлением около 100 кОм, предварительно измерив его как можно точнее. После запуска таймера измеряют получившееся время выдержки T и рассчитывают крутизну регулировки $S = R/T$. Затем надевают на переменный резистор ручку-указатель и устанавливают его в положение с сопротивлением, соответствующим желаемому времени выдержки, рассчитан-



Рис. 4

ному в соответствии с приведённым выше выражением, и делают отметку. Затем разрабатывают шкалу с помощью графического редактора и распечатывают её. После этого шкалу можно заламинировать.

Следует отметить, что у модуля C005 в качестве частотозадающего использован RC-генератор на логических элементах, что не может обеспечить высокой стабильности и точности установки времени выдержки. Поэтому не стоит ожидать точности лучше 5 %.

Поскольку у применённого реле контакты переключающиеся, таймер можно сделать как с задержкой выключения, так и с задержкой включения нагрузки, для этого на задней стенке можно установить ещё одно дополнительное гнездо.

При налаживании и проверке таймера особое внимание следует обратить на выполнение правил техники безопасности, поскольку элементы устройства находятся под напряжением сети 230 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Модуль таймера C005 и конструкции на его основе. — Радио, 2021, № 6, с. 58—62; № 7, с. 55—58.
2. Нечаев И. Таймер с независимой установкой режимов "Пауза" и "Работа". — Радио, 2021, № 8, с. 35—37.
3. РПУ-0. — http://museumrza.ru/jekspوناتy/Rele_promezhutochnye/rpu0 (08.09.21).
4. Реле РПУ-0. — URL: <https://sudovoe-snab.ru/rele-rpu-0/> (08.09.21).
5. BT131 series. Triacs logic level. — URL: https://static.chipdip.ru/lib/301/DOC0003_01624.pdf (08.09.21).

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout имеется по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/timer.zip> на нашем FTP-сервере.

Ограничитель напряжения сети для электронной аппаратуры

А. ВАСИЛЬЕВ, г. Санкт-Петербург

Представляемый ограничитель разработан в порядке функционального дополнения и оптимизации предыдущей разработки автора — быстродействующего устройства защиты от перенапряжения [1]. Предназначен ограничитель для условий электропитания с частыми перенапряжениями с целью эффективной защиты электронной аппаратуры от перенапряжений до 270 В без отсечки и надёжной мгновенной отсечки при большем напряжении.

Необходимость защиты современной электронной аппаратуры от перенапряжений в сети питания обусловлена высокой стоимостью как самой аппаратуры, так и её ремонта. Следовательно, устройства защиты должны отвечать высоким требованиям по надёжности и быстродействию. Блоки питания современной электронной аппаратуры не нуждаются в стабилизации сетевого напряжения, поскольку содержат достаточно эффективную

внутреннюю стабилизацию, но они требуют быстродействующей защиты от опасных перенапряжений. Источники бесперебойного питания, как правило, также не имеют гарантированной, точно настроенной и быстродействующей защиты от таких случаев.

Так называемые "реле напряжения" пригодны лишь для условий редких перенапряжений, поскольку частые отключения потребителей непременно приводят к повышению уставки (такие

реле имеют возможность ручной установки предельного напряжения), что повышает опасность повреждения аппаратуры. К тому же время отсечки типовых реле широкого применения составляет более 20 мс и при частых отключениях может быть существенно завышено, как и напряжение ручной подстройкой. Для психологического смягчения частых отключений производители стали использовать автоматическое восстановление питания с заданной (вручную) задержкой времени. Но для большинства современных электронных приборов (компьютеров и других, имеющих операционную систему) восстановление питания рекомендуется не ранее чем через несколько минут и поэтому его следует делать самому владельцу после контроля напряжения в сети. То есть автовключение во многих случаях является нерациональным.

Применение типовых электронных стабилизаторов на основе автотрансформаторов для питания дорогой профессиональной аппаратуры может быть также ограничено быстродействием их самозащиты от перенапряжений (которая осуществляется, как правило, мощным реле и не во всех стабилизаторах). Они не могут обеспечить мгновенную защиту в принципе, поскольку перед переключением автотрансформатора необходимо измерить максимум напряжения, но при измерении этот максимум свободно проходит на выход стабилизатора.

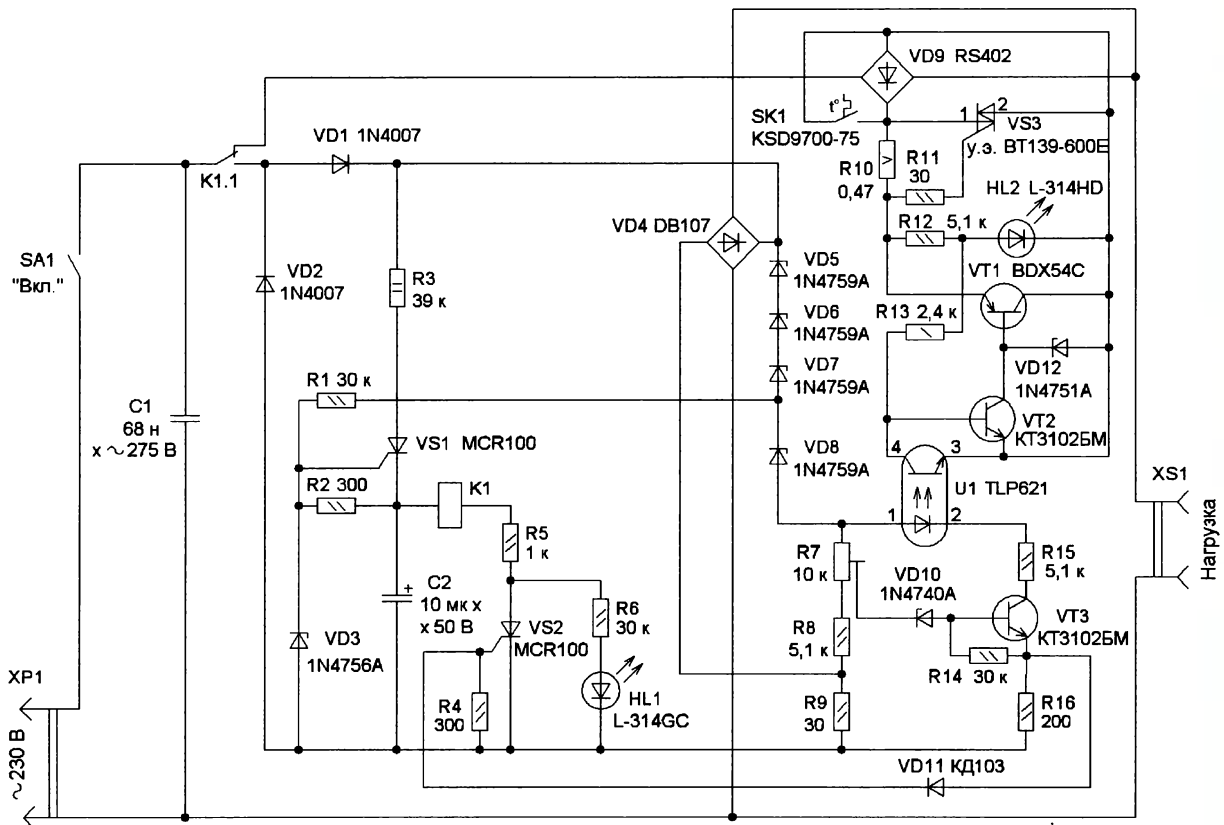


Рис. 1

С инженерной точки зрения необходимо, конечно, подробный критический обзор существующих устройств защиты от перенапряжений, но здесь приходится ограничиваться только краткими замечаниями. Принципиальные недостатки существующих устройств, кратко отмеченные выше, привели автора к

ски не производится, его самостоятельное изготовление требует определённого опыта по мелким слесарным работам и наличия приспособления для намотки катушки.

Поскольку современные импульсные блоки питания радиоаппаратуры в своём составе (в выпрямителе) имеют

маленьком напряжении сети балластный транзистор VT1 открывается в начале каждой полуволны сетевого напряжения посредством открытия управляющего транзистора VT2 в цепи его базы.

Выпрямленные диодным мостом VD4 импульсы напряжения сети, за вычетом напряжения, падающего на стабилитронах VD5—VD8, выделяются на подстроечном резисторе R7. При повышении мгновенного напряжения сети выше установленного значения, которое задают резистором R7 и напряжением стабилизации стабилитрона VD10, транзистор VT3 открывается. Вслед за ним открывается фототранзистор оптопары U1, который оказывает шунтирующее действие на переход база—эмиттер транзистора VT2, в результате чего транзистор VT1 также начинает закрываться и падение напряжения на нём увеличивается. В результате уменьшается амплитуда напряжения на выходе устройства.

На диодном мосте VD4 и на движке резистора R7 напряжение уменьшится, что приведёт к замедлению роста тока транзистора VT3 и отсложению им в дальнейшем примерного равенства напряжения на движке резистора R7 и напряжения стабилитрона VD10, т. е. к стабилизации амплитуды напряжения на нагрузке. Так работает отрицательная обратная связь, и за счёт большого коэффициента передачи рост мгновенного сетевого напряжения на входе (включая импульсные помехи) не приводит к существенному повышению амплитудного напряжения на выходе. Но когда через стабилитрон VD12 станет протекать ток, напряжение на транзисторе VT1 перестанет увеличиваться. При выбранном типе стабилитрона (напряжение стабилизации — 30 В) амплитуда входного напряжения соответствует действующему напряжению сети около 270 В. Дальнейший рост амплитуды сетевого напряжения вызовет уже более быстрый рост тока через резистор R16, в результате чего откроется тиристор VS2 и сработает реле отсечки K1. Высокая скорость его срабатывания обеспечивает повышенным напряжением (примерно в два раза больше номинального) на конденсаторе C2.

Удержание реле обеспечивается посредством диодов VD1, VD2 и тиристора VS1, который открывается лишь при достижении напряжения

на управляющем электроде выше мгновенного напряжения на реле (и конденсаторе C2), при амплитудном напряжении сети выше 190...200 В. Стабилитрон VD3 ограничивает напряжение на конденсаторе C2 на уровне 47 В.

Здесь представлен вариант конструкции ограничителя на основе типо-



Рис. 2

решению обеспечить надёжную мгновенную защиту посредством синхронного амплитудного ограничения напряжения (в каждой полуволне), т. е. ограничения путём среза "лишней" части синусоиды. Для реализации этого был выбран способ гашения "лишней" амплитуды напряжения посредством управляемого транзисторного балласта в цепи питания потребителей, разработано устройство управления по уровню мгновенного напряжения на выходе, т. е. по результату сравнения амплитуды выходного напряжения с пороговым значением, заданным цепью стабилитронов. Такое решение обусловлено, кроме прочего, сравнительно небольшой потребляемой мощностью современной электронной аппаратуры и тем, что на силовом транзисторе балласта будут выделяться последовательности импульсов напряжения при существенной скажкости, т. е. выделения тепла будут в несколько раз меньше, чем при той же амплитуде синусоидального напряжения.

В результате продолжительных экспериментальных работ по различным модификациям устройства был разработан его достаточно простой и надёжный вариант на основе доступных элементов, в том числе малогабаритного реле Тусо Electronics V23092 с допустимым током через контакты 6 А [2].

Схема устройства показана на рис. 1. Здесь надо отметить, что автомат отсечки, предложенный ранее в [1], существенно упрощает схему, но поскольку необходимые управляемые расцепители с механической фиксацией для широкого применения практиче-

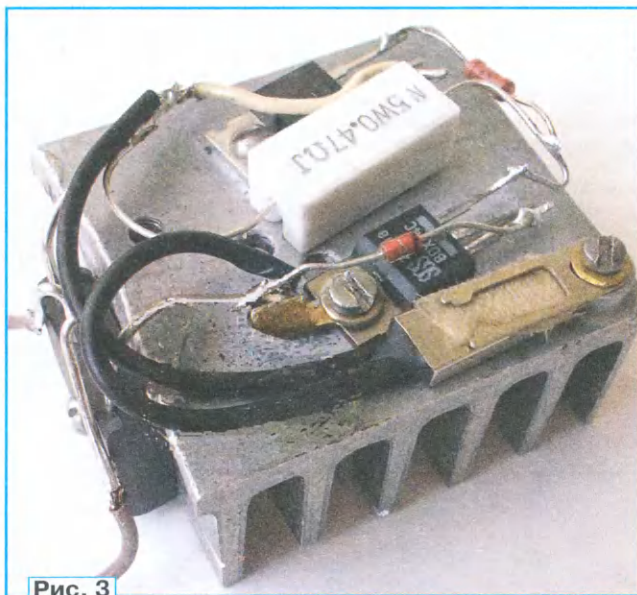


Рис. 3



Рис. 4

сглаживающие конденсаторы сравнительно большой ёмкости, при подключении их к сети возникает большой импульс тока. Для защиты балластного транзистора VT1 от этого импульса служит симистор VS3. Значение тока, при котором открывается симистор, задаёт датчик тока — резистор R10. При нор-

вого сетевого разветвителя, с расчётом на мощность нагрузки до 500 Вт (рис. 2). Балластный транзистор установлен на теплоотвод (рис. 3), который смонтирован в типовой соединительной коробке размерами 60×60 мм, с креплением её над гнездом разветвителя с помощью четырёх винтов-саморезов. При распаике термоконтакта SK1 надо учитывать, что в положении чтения его маркировки верхний вывод соединён с корпусом. Теплоотвод вместе с транзистором устанавливают в коробку без крепления, с подгонкой размеров теплоотвода таким образом, чтобы мощный резистор упирался в крышку коробки. Для соединения этого блока с платой управления необходимо высверлить со стороны внутренней полости разветвителя три отверстия: два — для силовых проводов, одно — для проводов управления, в качестве которых желательнее использовать провод МГФФ.

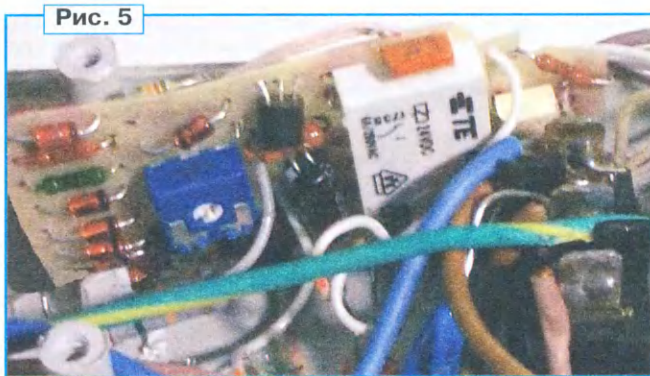
Общий вид платы управления показан на рис. 4. Часть элементов (диоды VD1, VD2, VD11 и некоторые резисторы) расположены со стороны проводных соединений, размеры платы — 65×32 мм. Реле может быть расположено и перпендикулярно плате. Она размещена в корпусе разветвителя без крепления, поскольку её размеры обеспечивают необходимые упоры и зафиксированы с помощью соединительных проводов (рис. 5). Для настройки ограничителя следует использовать маломощный ЛАТР, а в качестве нагрузки — мощный резистор для обеспечения тока нагрузки 20...30 мА.

Перед началом налаживания движок подстроечного резистора R7 устанавливают в нижнее по схеме положение. К нагрузке и входной цепи подключают вольтметры. После подачи напряжения контролируется свечение светодиода HL1 и соответствие выходного напряжения входному. Затем выходной вольтметр подключают к диодному мосту VD9, при этом один из щупов вольтметра подключают к входной клемме (верхней по схеме). Падение напряжения должно быть 3...4 В, и светодиод HL2 не должен светить. Далее необходимо устанавить напряжение на выходе 250 В и, плавно вращая движок резистора R7, контролировать увеличение напряжения на мосте VD9. В момент начала резкого прироста напряжения должно быть резкое увеличение яркости свечения светодиода HL2. На этом основное налаживание завершают. Плавно увеличивают входное напряжение до 270 В и контролируют перепад напряжения на мосте VD9 свечение светодиода HL2. При дальнейшем увеличении напряжения должна сработать отсечка.

Надо учитывать, что форма напряжения на балласте представляет собой

импульсы в виде вершины синусоиды со скважностью, зависящей от амплитуды входного напряжения, поэтому вольтметр будет занижать показания. Напряжение на выходе ограничителя имеет срезы синусоиды, и вольтметр будет завышать показания.

После срабатывания отсечки необходимо измерить напряжение на обмотке реле, которое должно быть в пределах 24...27 В. Затем следует уменьшить входное напряжение до 220...230 В и вновь проверить напряжение на реле, оно должно быть 18...22 В. Далее надо сбросить устройство в исходное состояние отключением его от сети на 1—2 с и проверить настройку плавным повышением напряжения вплоть до отсечки.



Надо заметить, что устройство не рассчитано на длительные перенапряжения с большой нагрузкой. С целью тепловой защиты транзистора балласта предусмотрен термостат SK1 (номинальная температура срабатывания — 75 °С), который замыкает балласт и при отсутствии опасных перенапряжений обеспечивает бесперебойное питание с охлаждением радиатора балластного транзистора VT1.

Ограничитель на большую мощность с длительным перенапряжением может быть собран в типовой соединительной коробке размерами 100×100 мм, в которой можно разместить теплоотвод большего размера и вентилятор с напряжением питания 12 В для его

охлаждения. Его питание может быть обеспечено малогабаритным импульсным сетевым источником питания, подключённым к выходу ограничителя. Источник питания крепят к крышке коробки и закрывают аналогичной коробкой для скрытой установки (с вентиляционными прорезями). А двойные розетки для подключения нагрузки крепят сбоку (рис. 6).

Релейный ограничитель отвечает высоким требованиям по быстродействию. Паспортное время полного переключения контакта реле — около 4 мс, а значит, время его размыкания будет меньше. Реле имеет также малые габаритные размеры, небольшое энергопотребление и ток удержания. Однако возможны всё же случаи длительного перенапряжения — 300 В и более, например, при обрыве нулевого провода в трёхфазной сети и автоматического сброса защиты при глубоком спаде (отключении) напряжения. Поэтому видится более рациональным использование всё же автомата отсечки с механической фиксацией. Такой автомат и был предложен автором в [1]. В этом случае схема существенно упрощается и сокращаются размеры платы, что позволяет разместить автомат в разветвителе и в других малогабаритных корпусах. В этом случае исключаются реле и элементы VD1—VD3, R1, R2, R5, R6, R9, C2, VS1. Светодиод HL1 включают последовательно с диодом VD8, а обмотку электромагнита устройства отсечки подключают в цепь анода тиристора VS2 (вместо резистора R3). При этом сопротивление обмотки должно быть не менее 100 Ом.

За истёкшее время автору удалось сделать ещё одну модель двухполюсного реле отсечки (брейкера) с допустимым током контактов до 10 А (16 А — при параллельном соединении), которая проще в изготовлении и не требует намотки катушки, поскольку изготавливается на базе отечественного реле РП21. При срабатывании реле между контактами встаёт тонкая текстолитовая шторка, которая подпружинена в исходном состоянии и упирается в кромку подвижного контакта. Описание процесса изготовления этого реле и испытаний на быстродействие, а также включения его в схему ограничителя будет изложено в следующей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. Быстродействующее устройство защиты от перенапряжения. — Радио, 2020, № 2, с. 28—30.
2. Slim PCB Relay SNR. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/004/DOC001004-441.pdf> (14.03.21).

Устройство для накала свечи микродвигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием-2

О. ИЛЬИН, г. Казань

В двигателях внутреннего сгорания (ДВС) с калильным зажиганием, применяемых в авиа-, авто- и судомоделизме [1–4], воспламенение топливовоздушной смеси в камере сгорания происходит от установленной на головке цилиндра миниатюрной свечи с накаливаемой спиралью. В зависимости от типа свечи её спираль, изготовленная из жароупорной, как правило, платино-иридиевой проволоки, имеет сопротивление 0,5...2 Ом. Во время пуска двигателя на свечу подают посредством быстроразъёмного контактного приспособления напряжение 1,5...3 В от внешнего источника электропитания, обеспечивающего разогрев спирали током 1...5 А до светло-красного цвета каления. После начала устойчивой работы двигателя источник электропитания от свечи отключают, спираль же свечи остаётся раскалённой благодаря высокой температуре газов в цилиндре двигателя.

Простейшие устройства для накала свечи модельных ДВС с калильным зажиганием — так называемые “накалы” [5], представляют собой подключаемый к свече цанговый зажим, конструктивно объединённый с отсеком для размещения автономного источника электропитания типоразмера АА — аккумулятора или гальванического элемента напряжением 1,2 В или 1,5 В соответственно.

Достоинства этих устройств — удобство и простота эксплуатации. Недостатки — отсутствие контроля тока накала свечи и возможности его регулирования, низкая стабильность тока накала, поскольку он существенно зависит от напряжения автономного источника электропитания, и, кроме того, это напряжение слишком мало для нормального накала спирали некоторых типов свечей.

Более сложные устройства для накала свечи модельных ДВС, кроме быстроразъёмного контактного приспособления и источника электропитания — аккумуляторной батареи или батареи гальванических элементов напряжением 2...4 В, включают в себя реостат, регулирующий ток накала свечи, амперметр, контролирующий ток накала, и вольтметр, измеряющий напряжение на свече [1, 3].

Поскольку для этих устройств подходящий низкоомный реостат промышленного исполнения трудно приобрести, его, как правило, изготавливают самостоятельно. Обычно для этого используют отрезок спирали от электроплитки, от которого посредством зажи-

ма “крокодил” делают отвод, при этом ток накала свечи регулируют, изменяя место подключения отвода [1, 3]. Однако удобство эксплуатации, стабильность и надёжность работы устройств для накала свечи, в которых применяется реостат такой конструкции, оставляют желать лучшего.

Кроме того, автономные источники электропитания напряжением 2...4 В, пригодные по техническим характеристикам и условиям эксплуатации для накала свечи модельных ДВС, в частности, наиболее подходящие для этой цели серебряно-цинковые аккумуляторы [3], трудно приобрести или они слишком дороги. Поэтому в этих устройствах в качестве источника электропитания нередко применяют широко распространённую автомобильную аккумуляторную батарею (АКБ) с номинальным напряжением 12,6 В, при этом напряжение для накала свечи снимают с одного или с двух аккумуляторов, а полное напряжение батареи используют для питания стартера, прокручивающего во время пуска коленчатый вал модельного ДВС [1, 3].

Однако современные автомобильные АКБ, как правило, не имеют внешних токоотводов от отдельных аккумуляторов, поэтому в устройствах для накала свечи при использовании таких АКБ излишек напряжения гасят на реостате, что приводит к непроизводительным потерям электрической энергии. Например, при токе накала свечи 3...4 А и напряжении АКБ 12,6 В падение напряжения на реостате — около 10 В, а рассеиваемая на нём мощность — 30...40 Вт, что сопоставимо с мощностью электропаяльника.

От этого недостатка свободны устройства для накала свечи, предложенные в [6–10]. Устройство [6] формирует посредством интегрального широтно-импульсного преобразователя из напряжения 6...12 В внешнего источника электропитания стабилизированное напряжение 1,5...2 В, изменяя значение которого переменным резистором, управляющим работой интегрального преобразователя, регулируют ток накала свечи.

Устройства [7–10] питают свечу прямоугольными импульсами напряжения, амплитуда которых близка к напряжению 12,6 В источника электропитания. В этих устройствах накал свечи регулируют переменным резистором, изменяющим скважность или частоту выходных импульсов, формируемых встроенным генератором. Спираль свечи, питаемая импульсным напряже-

нием, вследствие своей тепловой инерционности не успевает перегреться за время приложения напряжения источника электропитания и не успевает остыть в паузе между импульсами. В результате на свече, работающей как интегратор, усредняющий по времени подаваемое на спираль импульсное напряжение, поддерживается необходимый постоянный накал.

Устройство [6] имеет относительно узкий интервал регулирования тока накала свечи (1,5...3,5 А), что ограничивает число типов свечей, которые можно питать от этого устройства. Устройство [7] ненадёжно в работе, поскольку не защищено от замыкания в цепи нагрузки, выводящего его из строя. Накал свечи, питаемой от устройств [7, 8], существенно зависит от напряжения источника электропитания, что является недостатком, затрудняющим пуск двигателя. Кроме того, устройства [6–8] не обеспечивают безопасной эксплуатации свечи, поскольку, если в силу тех или иных причин их регулирующий элемент будет аварийно постоянно открыт, в цепь накала свечи поступит полное напряжение источника электропитания, в результате чего спираль свечи выйдет из строя.

От этих недостатков свободно устройство [9, 10], однако его схема относительно сложна. Предлагаю более простой вариант устройства для накала свечи модельных ДВС с калильным зажиганием. Оно выполнено на доступной элементной базе, легко в налаживании и стабильно в работе.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В7,4
Ток потребления (без подключения свечи), мА, не более35
Интервал регулирования тока накала свечи, А, не менее0...4

Схема устройства для накала свечи представлена на рисунке. Основа устройства — стабилизатор напряжения — аналог регулируемого стабилизатора [11]. Этот стабилизатор включает в себя регулирующий элемент — транзистор VT1; измерительный элемент — делитель напряжения R5R6; регулируемый источник напряжения смещения — делитель напряжения R9—R11, фильтрующий конденсатор — C7; усилитель напряжения рассогласования — ОУ DA3, резисторы R7, R8;

усилитель постоянного тока — транзисторы VT2, VT3, резисторы R12—R15; фильтрующий конденсатор С6. Интегральный стабилизатор напряжения DA1 формирует напряжение питания для этого функционального узла. Конденсаторы С1, С2, С4 — фильтрующие.

Микросхема DA2, резисторы R2—R4, защитный диод VD1 и фильтрующие конденсаторы С3, С5 образуют источник стабилизированного напряжения, питающий свечу EK1, которую подключают к устройству посредством быстроразъёмного контактного приспособления X1.

Устройство работает так. После замыкания контактов выключателя SA1 загорается светодиод HL1, на вход интегральных стабилизаторов DA1, DA2 поступает напряжение источника электропитания 7,4 В, при этом на выходе каждого из них формируется напряжение 5 В.

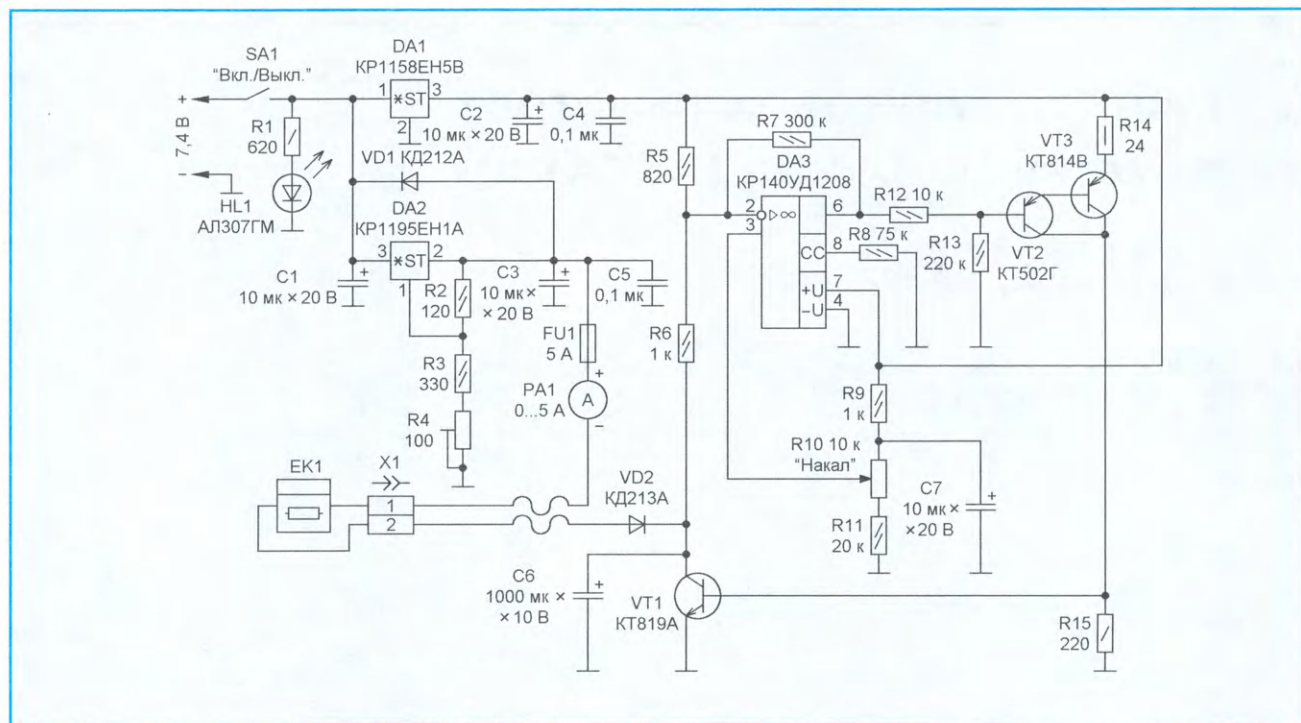
при этом ток базы транзистора VT2, а следовательно, и ток коллектора транзистора VT3 увеличиваются. В результате ток базы транзистора VT1 возрастает, проводимость его участка коллектор—эмиттер повышается, вследствие чего напряжение между коллектором и эмиттером транзистора VT1 возвращается к первоначальному уровню. При уменьшении втекающего в коллектор транзистора VT1 тока стабилизатор напряжения работает аналогичным образом в противоположном направлении.

Регулируя переменным резистором R10 напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA3, изменяют выходное напряжение ОУ, при этом изменяется напряжение на коллекторе транзистора VT1, а следовательно, и напряжение на свече EK1, в результате чего изменяется ток, протекающий через свечу, и соответственно изменяется степень накала её спира-

напряжений коллектор—эмиттер транзистора VT1 и диода VD2 позволяет, установив в соответствующее положение движок переменного резистора R10, регулировать ток накала свечи EK1 практически от нуля, избегая возможности выхода свечи из строя при броске тока через её спираль в момент включения устройства.

Монтаж устройства выполнен навесным способом на макетной плате. Интегральный стабилизатор напряжения DA2, транзистор VT1 и диод VD2 установлены на теплоотводах с площадью рассеивающей поверхности 100, 50 и 25 см² соответственно. К свече от устройства идёт пара гибких изолированных медных проводов сечением 0,5 мм² длиной 500...600 мм, оканчивающихся специальной конструкции [1, 3] быстроразъёмным контактным приспособлением.

В устройстве применены танталовые оксидно-полупроводниковые конденса-



Накаливающий свечу EK1 ток втекает в коллектор транзистора VT1 и создаёт на нём падение напряжения. Поскольку участок коллектор—эмиттер транзистора VT1 включён последовательно с делителем напряжения R5R6, соединённым выходом с инвертирующим входом ОУ DA3, повышение напряжения на коллекторе этого транзистора при увеличении втекающего в коллектор тока приводит к повышению напряжения на инвертирующем входе ОУ DA3. Выходное напряжение ОУ DA3, начальный уровень которого задан напряжением, поданным на неинвертирующий вход этого ОУ с выхода делителя напряжения R9—R11, уменьшается на значение, определяемое глубиной отрицательной обратной связи, охватывающей ОУ DA3 через резистор R7,

ли. Амперметр PA1 предназначен для измерения тока накала свечи EK1, плавкая вставка FU1 защищает свечу от перегрузки по току.

Прямосмещённый диод VD2 гасит излишек напряжения на свече EK1, ограничивая её максимальный ток накала на безопасном уровне при насыщении транзистора VT1. Если вследствие тех или иных причин напряжение на коллекторе транзистора VT1 превысит напряжение на выходе микросхемы DA2, диод VD2 закрывается, что предотвращает протекание тока в цепи накала свечи в обратном направлении.

Формирование напряжения питания свечи EK1 путём вычитания из фиксированного выходного напряжения микросхемы DA2 регулируемой суммы

торы K53-16, конденсатор С6 — оксидный алюминиевый K50-35, керамические конденсаторы — K10-17-1а. Вместо этих конденсаторов можно использовать импортные аналоги. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Регулировочный и подстроечный резисторы — СП4-1а и СП4-1в соответственно, их можно заменить другими подходящими.

Диоды КД212А, КД213А заменимы диодами этих же серий или подобными других серий. Светодиод AL307GM заменим другим, подходящим по цвету и яркости свечения.

Транзисторы КТ502Г, КТ814В, КТ819А допустимо заменить транзисторами этих же серий или других серий с аналогичными параметрами.

ОУ КР140УД1208 можно заменить на 140УД12, К140УД12 или КР140УД12, учитывая их различие в типе корпуса и назначении выводов. Микросхему КР1158ЕН5В можно заменить микросхемами этой же серии в ином конструктивном исполнении. Микросхема КР1195ЕН1А заменима импортным аналогом серии LT1083, вместо неё допустимо использовать микросхемы серий LT1084, LD1084.

Выключатель питания и плавкая вставка — любые подходящие по электрическим характеристикам и конструкции. Амперметр — М42300 с током полного отклонения 5 А или другой аналогичный. Источник электропитания — LiPo АКБ Zipru Compact 5000 mAh 2S 25C. Можно использовать и другие АКБ, подходящие по электрическим характеристикам.

Налаживание устройства заключается в установке подстроечных резисторов R4 на выводе 2 микросхемы

DA2 напряжения 5 В. Регулируя переменным резистором R10 в рабочем интервале ток накала подключённой к устройству свечи ЕК1 (например, КС-2 [3]), наблюдают разогрев её спирали до светло-красного цвета каления. При необходимости пределы регулирования тока накала свечи ЕК1 корректируют подстроечным резистором R4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаевский Ю. К. Авиамодельные двигатели. — М.: ДОСААФ, 1958, с. 7—14, 145—149, 181—184.
2. Зуев В. П., Камышев Н. И., Бачурин М. Б., Голубев Ю. А. Модельные двигатели. — М.: Просвещение, 1973, с. 10—12, 43—51, 122—130.
3. Киселёв Б. А. Модели воздушного боя. — М.: ДОСААФ, 1981, с. 105—112.
4. Калина И. Двигатели для спортивного моделизма / Пер. с чешск. С. И. Грачёва. — М.: ДОСААФ, 1983, с. 86—90.

5. Накал для свечи Р/У модели. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cTVXtDCTCYU> (31.08.21).

6. Карлушин И. В. Простой преобразователь напряжения для калильной свечи. — URL: <http://www.avmodels.ru/articles/shim.html> (31.08.21).

7. Ряховский О. С. Преобразователь напряжения для накала свечи. — URL: http://www.rcdesign.ru/articles/electronics/glow_driver (31.08.21).

8. Севастьянов С. Устройство накала свечи от 12 В. — URL: http://shop.aviamodelka.ru/article_info.php?articles_id=80 (31.08.21).

9. Ильин О. Устройство для накала свечи микродвигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием. — Радио, 2017, № 6, с. 42—46.

10. Ильин О. П. Устройство для накала калильной свечи. — Патент РФ № 2660979, Бул., 2018, № 20.

11. Ильин О. Стабилизация напряжения смещения. — Радиомир, 2012, № 12, с. 23—25.

Доработка аудиопроигрывателя Breeze Audio Dv20a (AK4495)

М. НАУМОВ, г. Москва

Цифровой аудиопроигрыватель Breeze Audio Dv20a способен воспроизводить различные форматы цифрового аудио: FLAC, WAV, MP3 и APE, в том числе и HiRes качества (до 24 бит 192 кГц) и зарекомендовал себя с хорошей стороны [1].

Радиолюбители-меломаны проводят глубокую модификацию этого проигрывателя, заменяя кварцевый резонатор модуля цифрового проигрывателя внешним термостабильным генератором с дополнительным высокостабильным источником питания [3].

рошем LM317 и LM337 по переменному току, за счёт установки конденсаторов, позволяет существенно увеличить подавление пульсаций питающего напряжения. При этом рекомендуется применять танталовые конденсаторы ёмкостью 10 мкФ [4]. Возможно использовать и другие качественные оксидные конденсаторы той же ёмкости. Фрагмент схемы доработанного источника питания показан на рис. 2. Здесь дополнительные элементы — конденсаторы C3 и C4, а также защитные диоды VD1—VD4 для защиты микросхем от тока разрядки конденсаторов. Также важно обратить внимание на равенство напряжений (по модулю) плюсовой и минусовой полярности на выходе стабилизаторов напряжения. Разница напряжений не должна превышать 0,2 В, иначе возможен рост искажений выходного аудиосигнала из-за его несимметричного ограничения [5].

В имеющемся у автора аудиопроигрывателя Breeze Audio Dv20a (ЦАП на АК4495) такая доработка была проведена. При этом также возникла необходимость в корректировке выходных напряжений в одном из стабилизаторов напряжения. Плюсовое напряжение было 14,05 В, а минусовое — 13,88 В, поэтому разность величин напряжений (по модулю) составила 0,17 В, что близко к максимально рекомендованной разнице. Подобрал резистор R3 (в сторону уменьшения сопротивления), удалось получить напряжение -14,08 В. Тем самым разность величин напряжений уменьшилась с 0,17 В до 0,03 В. При необходимости аналогичную корректировку можно осуществить подборкой резистора R4 (в сторону увеличения сопротивления).

Монтаж с соблюдением полярности подключения двух шунтирующих танталовых конденсаторов ёмкостью по 10 мкФ на номинальное напряжение 16 В (или более) проведён непосредственно на выводах микросхем стабилизаторов со стороны пайки деталей.

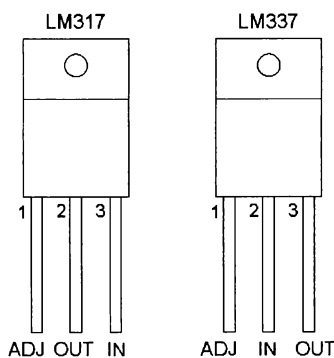


Рис. 1

При наличии ЦАП (на АК4495 или ES9018) в источнике питания проигрывателя (для его аналоговой части) установлены регулируемые стабилизаторы напряжения на микросхемах LM317 и LM337, отвечающие за плюсовое и минусовое напряжения питания соответственно. Цоколёвка у этих микросхем разная [2] и показана на рис. 1.

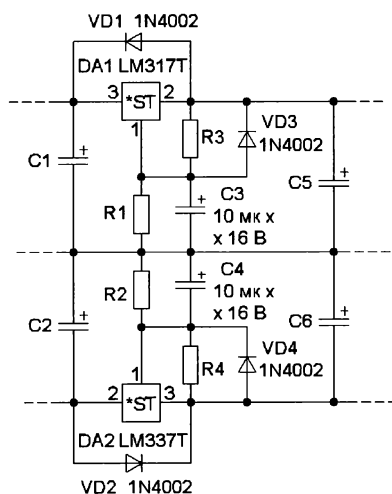


Рис. 2

Возможен и другой способ улучшения параметров устройства, не затрагивающий цифровую часть. Так, соединение с общим проводом (землёй) управляющего вывода каждой из мик-

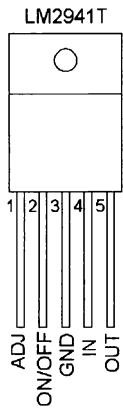


Рис. 3

Возможна дальнейшая доработка блока питания проигрывателя. Так, анализ его схемы показывает, что в нём применены два стабилизатора напряжения на микросхеме LM2941 [6], цоколёвка которой показана на **рис. 3**.

Типовая схема включения этой микросхемы показана на **рис. 4**. Но включать дополнительный конденсатор (в данном случае это C2) следует несколько

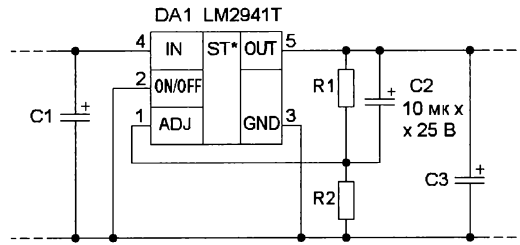


Рис. 4

иначе, чем с микросхемами LM317 и LM337. Здесь зашунтировать конденсатором надо резистор R1. Это может увеличить подавление пульсаций стабилизированного микросхемой LM2941 напряжения.

1. Выбираем недорогой стационарный ЦАП для домашней аудиосистемы. — URL: <https://www.ixbt.com/live/topcompile/vybiraem-nedorogoy-stacionarnyy-cap-dlya-domashney-audiosistemy.html> (31.08.21).

2. Двухполярный регулируемый блок питания на LM317+LM337. — URL: <https://audio-cxem.ru/shemy/istochniki-pitaniya/linejnye/dvuhpolynarnyj-reguliruemyj-blok-pitaniya-na-lm317-lm337.html> (31.08.21).

3. Доработка цифрового плеера. Weiliang Breeze Audio Dv20a. — URL: https://youtu.be/XrYBboeX_5Y (31.08.21).

4. Простые схемы снижают уровень шумов стабилизаторов напряжения. — URL: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=183063> (31.08.21).

5. Регулируемые стабилизаторы LM317 и LM337. Особенности применения. — URL: <https://radiopages.ru/lm317.html> (31.08.21).

6. LM2941x 1-A Low Dropout Adjustable Regulator. — URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2941.pdf> (31.08.21).

Делители напряжения с большим коэффициентом деления для осциллографа С1-94

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск

Используемый мной осциллограф С1-94 имеет ограниченный предел максимального значения измеряемой амплитуды переменного напряжения и равен 40 В на его входе. С делителем, имеющим коэффициент передачи 0,1 (1:10), который идёт в комплекте с осциллографом в виде шупа, можно измерять максимальное амплитудное напряжение не более 300 В. Для настройки и ремонта сетевых импульсных блоков питания и импульсных преобразователей, широко используемых в последнее время, нужен осциллограф с измеряемым максимальным амплитудным напряжением не ниже 2,5 кВ. Чтобы измерять напряжение такой величины, необходим делитель переменного напряжения с коэффициентом деления менее 0,1.

В журнале "Радио" [1] уже рассказывалось о шупе-делителе для цифрового мультиметра M890G+, увеличивающего предел измерения напряжения до 10 кВ и входное сопротивление до 100 МОм. Этот шуп-делитель сделан на резисторах, его упрощённая схема показана на **рис. 1**, а его коэффициент деления по напряжению определяется выражением

$$K = R_2 / (R_1 + R_2). \quad (1)$$

Резистором R2 является входное сопротивление мультиметра M890G+, которое равно 10 МОм, а резистор R1 — это резистор, обозначенный на схеме в [1] как R1—R4. Коэффициент передачи упомянутого делителя равен 0,1 или 1:10. Таким делителем возможно измерять только постоянное напряжение или очень низкочастотное переменное напряжение (единицы герц). При измерении этим делителем переменного напряжения большей частоты показания прибора будут недостоверны. Причина

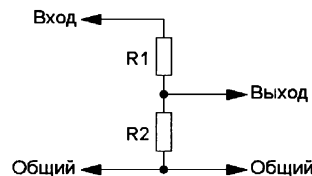


Рис. 1

этого в том, что резистор R1 сопротивлением десятки и сотни мегаом вместе с входной ёмкостью прибора образует интегрирующую цепь. Интегрирующая цепь искажает форму и амплитуду переменного напряжения, что вызывает по-

грешность в показаниях измерительного прибора. Для корректного измерения переменного напряжения таким делителем его необходимо скомпенсировать по переменному напряжению, подключая параллельно резисторам делителя конденсаторы. Схема скомпенсированного делителя напряжения показана на **рис. 2**; условие его компенсации:

$$R_1 \cdot C_1 = R_2 \cdot C_2. \quad (2)$$

Эта формула приведена в [2]. Коэффициент деления по напряжению этого делителя определяется выражением (1).

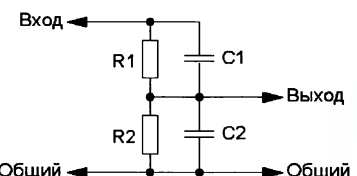


Рис. 2

Когда резисторов в делителе больше двух, параллельно каждому резистору нужно подключать конденсатор. Значения произведения сопротивления и параллельно включённой к нему ёмкости конденсатора у каждой пары равны.

Для своего осциллографа С1-94 я сделал два скомпенсированных делителя напряжения. Схема первого делителя с коэффициентом передачи напряжения, равным 0,001 (1:1000), показана на рис. 3. Он позволяет измерять

осциллографом напряжение амплитудой до 30 кВ, имеет входное сопротивление 1 ГОм и входную ёмкость около 16 пФ. В делителе для осциллографа сумма сопротивлений R1—R5 соответствует резистору R1, показанному в

показанным в схеме делителя на рис. 3. Конденсаторы С6 и С7 включены параллельно входному сопротивлению осциллографа в 1 МОм. Поскольку применяемые резисторы и конденсаторы имеют определённый допуск, подборкой резистора R5 устанавливают коэффициент передачи 0,001 при постоянном напряжении, а подборкой конденсаторов С6 и С7 проводят компенсацию делителя напряжения при напряжении прямоугольной формы.

Схема второго делителя напряжения к осциллографу С1-94 показана на рис. 4, его коэффициент передачи равен 0,01 (1:100), входное сопротивление составляет 100 МОм, а входная ёмкость — около 8 пФ. С помощью этого делителя возможно измерять осциллографом амплитуду напряжения до 4 кВ. Назначение элементов в нём аналогично назначению элементов в делителе, показанном на рис. 3, только их используется меньше. Сумма трёх сопротивлений резисторов R1—R3, каждый из которых номиналом 33 МОм и погрешностью $\pm 10\%$, в моём случае оказалась меньше требуемого сопротивления в 99 МОм, и поэтому коэффициент деления всего делителя повысился. Это обстоятельство вынудило применить дополнительный резистор R4, подбирая который, понижают коэффициент передачи до требуемого значе-

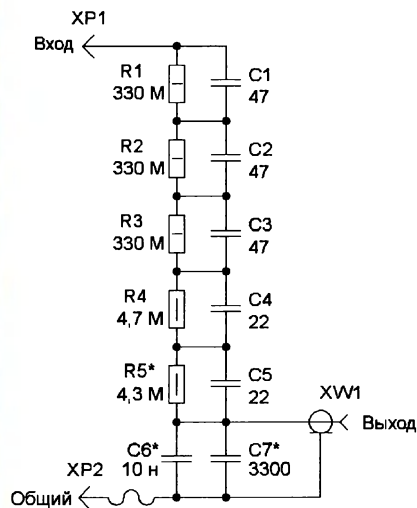


Рис. 3

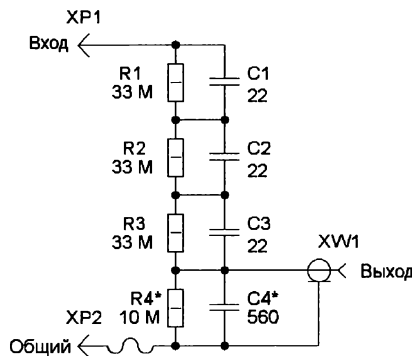


Рис. 4

схеме на рис. 2, а резистор R2 — это входное сопротивление осциллографа. По техническим характеристикам осциллографа его входное сопротивление — 1 МОм. Конденсатор С1, изображённый в упрощённой схеме на рис. 2, эквивалентен конденсаторам С1—С5,

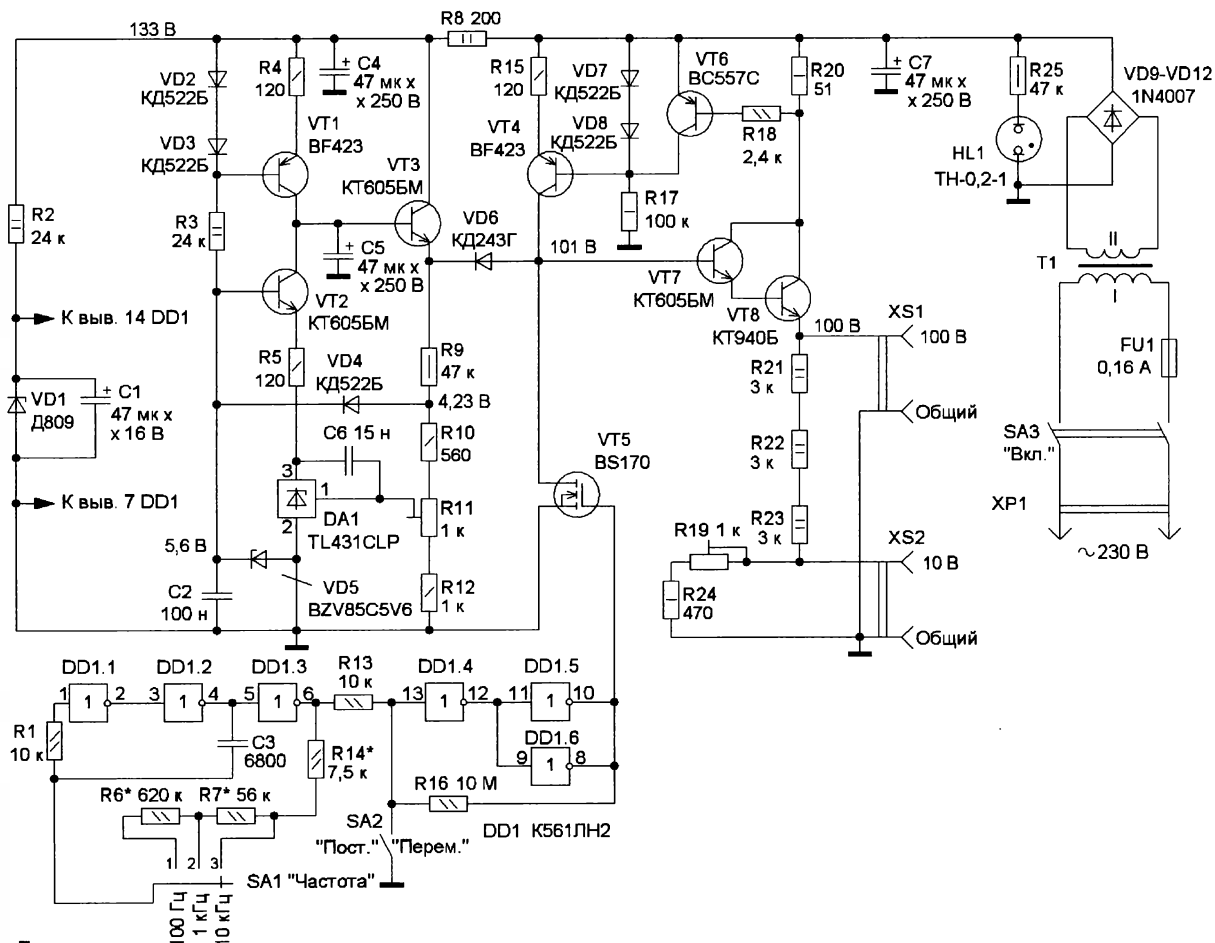


Рис. 5

Основные технические параметры

Выходное постоянное напряжение, В 10 и 100
Амплитуда импульсного напряжения прямоугольной формы, В 10 и 100
Частота импульсного напряжения, кГц 0,1, 1 и 10

Калибратор состоит из стабилизатора напряжения на транзисторах VT1—VT3 и микросхеме DA1, выходного каскада на транзисторах VT4, VT6—VT8, генератора импульсов прямоугольной формы на микросхеме DD1 и транзисторе VT5 и блока питания на трансформаторе T1, диодном мосте VD9—VD12 и сглаживающем конденсаторе C7.

За основу схемы стабилизатора напряжения взята схема из [5]. На транзисторе VT1 и диодах VD2, VD3 собран первый стабилизатор тока, значение которого (5 мА) устанавливают резистором R4 в цепи эмиттера транзистора VT1. Этот ток течёт в коллектор транзистора VT2, включённого с общей базой, и в базу транзистора VT3, включённого эмиттерным повторителем. Эмиттер транзистора VT3 — это выход стабилизатора напряжения 100 В. Через резисторы R9—R12 замыкается обратная связь по напряжению на вход микросхемы DA1, которая регулирует напряжение на выходе стабилизатора. Эта микросхема является регулируемым параллельным стабилизатором напряжения и обеспечивает стабильность выходного напряжения стабилизатора. Выход микросхемы подключён к эмиттеру транзистора VT2, на базе транзистора VT2 установлено стабильное напряжение, заданное стабилизатором VD5. Диод VD4 защищает вход микросхемы DA1 от высокого напряжения при аварийных ситуациях.

Выходной каскад калибратора на транзисторах VT7 и VT8 усиливает ток, получаемый от транзистора VT4. На транзисторе VT4 и диодах VD7, VD8 собран второй стабилизатор тока на 5 мА, аналогичный первому. Выходной ток калибратора ограничен значением 15 мА. Ограничение тока наступает, когда на резисторе R20 падает напряжение, открывающее транзистор VT6. В этом случае напряжение на диодах VD7, VD8 уменьшается и транзистор VT4, который управляет током выходного составного эмиттерного повторителя, закрывается. Диода VD6 разделяет выходной каскад калибратора от стабилизатора напряжения. Если на катоде диода VD6 напряжение изменится, то оно также изменится и на его аноде, т. е. на базе транзистора VT7. Так обеспечивается стабилизация выходного напряжения калибратора. Эмиттерной нагрузкой транзистора VT8 является цепь из резисторов R19, R21—R24, они образуют выходной делитель напряжения. Через эти резисторы протекает ток 10 мА. На верхнем выводе резистора R21 присутствует напряжение 100 В. К этому выводу подключено выходное гнездо калибратора XS1 "100 В". На верхнем выводе подстроечного резис-

тора R19, входящего в выходной делитель, устанавливается напряжение 10 В. К верхнему выводу резистора R19 подключено выходное гнездо XS2 "10 В".

Генератор прямоугольных импульсов собран на микросхеме DD1 и транзисторе VT5, сток которого подключён к выходному каскаду калибратора. На элементах DD1.1—DD1.3 собран RC-генератор импульсов. Частота генератора задана конденсатором C3 и сопротивлением резисторов R6, R7 и R14. В генераторе заданы три фиксированных значения частоты, определяемые положением переключателя SA1: 100 Гц, 1 кГц и 10 кГц. На элементах DD1.4—DD1.6 собран триггер Шмитта, и когда выключатель SA2 разомкнут, триггер формирует крутые фронты и спады прямоугольных импульсов, поступающих на затвор полевого транзистора VT5. Когда полевой транзистор открыт, на выходе калибратора будет нулевое напряжение, когда закрыт — номинальное. Разделительный диод VD6, упомянутый раньше, препятствует повреждению транзистора VT3 в случае, когда транзистор VT5 открыт. Когда контакты выключателя SA2 находятся в замкнутом положении, на выходных гнездах XS1 и XS2 калибратора устанавливаются фиксированные постоянные напряжения 100 В и 10 В.

Источник питания калибратора собран на сетевом трансформаторе T1, выпрямительных диодах VD9—VD12 и сглаживающем конденсаторе C7. Неоновая лампа HL1 сигнализирует о включении калибратора в сеть. Выключатель SA3 подключает калибратор к сети переменного тока 230 В.

В делителе напряжения с коэффициентом передачи 0,001 (1:1000) (см. рис. 3) применены высоковольтные резисторы R1—R3 C3-14-1 с допуском 10 %. Резисторы R4, R5 — МЛТ. Точность резисторов R4, R5 не имеет значения, так как во время налаживания делителя их нужно будет подбирать. Высоковольтные конденсаторы C1—C3 — КВИ-2 с номинальным напряжением 10 кВ. Такие конденсаторы использовались в блоках строчной развертки ламповых чёрно-белых телевизоров. Конденсаторы C4—C8 — керамические КТ-1.

В делителе напряжения, схема которого показана на рис. 4, с коэффициентом передачи, равным 0,01 (1:100), применены высоковольтные резисторы R1—R3 КЛМ с допуском 10 %. Желательно подобрать эти резисторы так, чтобы их суммарное сопротивление было немного меньше 99 МОм, иначе невозможно будет установить необходимый коэффициент деления подбором резистора R4. Резистор R4 — МЛТ. Высоковольтные керамические дисковые конденсаторы C1—C3 — с номинальным напряжением 2000 В. Конденсатор C4 — керамический КТ-1.

К деталям калибратора особых требований нет. Транзисторы по коэффициенту передачи тока я не подбирал, важно, чтобы их допустимое напряжение коллектор—эмиттер было не менее 150 В. Импортный полевой транзистор BS107 можно заменить отечественным

ния — 0,01. Подбирая конденсатор C4, компенсируют этот делитель при изменении переменного напряжения.

Для подборки конденсаторов и резисторов в изготовленных делителях нужен генератор калиброванных сигналов. Для краткости назовём этот генератор калибратором. В [2] приведена схема калибратора, у которого интервал выходных постоянных и переменных напряжений находится в пределах от 10 мВ до 5 В, форма переменного напряжения — прямоугольная. Такие напряжения слишком малы для калибровки сделанных мной делителей для осциллографа, потому что напряжения с этого калибратора на входе осциллографа C1-94, сниженное любым из сделанных делителей, становится ниже минимальной его чувствительности, которая составляет 0,01 В/деление. Поэтому потребовался другой калибратор с выходным напряжением значительно больше 5 В. При выходном напряжении амплитудой 100 В появляется возможность наладить и проверить сделанные мной делители 1:100 и 1:1000. Если подать напряжение 100 В через делитель 1:1000 на вход осциллографа, на его входе будет напряжение 0,1 В. При чувствительности осциллографа "0,02 В/дел." луч на его экране отклонится на пять делений. Если же подать напряжение 100 В через делитель 1:100 на вход осциллографа, там будет напряжение 1 В. При чувствительности осциллографа "0,2 В/дел." луч на его экране переместится на пять делений.

Калибратором с выходным напряжением 100 В можно проверить делитель, поставляемый в комплекте с осциллографом. Этот делитель напряжения размещён на конце кабеля, подключаемого к входному гнезду осциллографа, конструктивно сделанного в виде шупа. На корпусе шупа есть головка, которая вращается и переключает коэффициент деления 1:10 или 1:1. В положении 1:10 головка шупа и подключении к нему 100 В с калибратора луч на экране осциллографа отклонится на пять делений, при его чувствительности "2 В/дел.". Когда головка шупа находится в положении 1:1, допустимое амплитудное напряжение на входе осциллографа не может быть больше 40 В, и напряжение 100 В на его вход подавать нельзя. Поэтому нужно с калибратора получить ещё одно напряжение, меньшее 40 В. Я выбрал величину напряжения 10 В. В этом случае луч осциллографа отклонится на те же пять делений, при той же его чувствительности, что была при проверке делителя напряжением 100 В. Форма выходного сигнала импульсного напряжения должна быть прямоугольной, такой, как и в калибраторе из [2]. Почему используются прямоугольные импульсы? Об этом кратко написано в книге [2] и подробно в журнале "Радио" в статье "О чём поведает прямоугольный импульс" [3], а также ещё в книге "Осциллограф — ваш помощник" [4] в главе с таким же названием, как и в выше названном журнале.

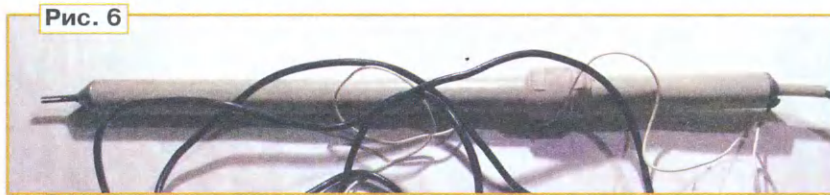
Схема калибратора, соответствующего выше описанным требованиям, показана на рис. 5.

транзистором КП501А. Постоянные резисторы — МЛТ, подстроечные резисторы — многооборотные СП5-2. Оксидные конденсаторы (кроме С8) — импортные с напряжением не менее 160 В, остальные конденсаторы — плёночные или керамические. Выключателем питания калибратора служит тумблер ТП1-2. Переключатель SA1 — галетный ПМ 11П1Н, с установленным ограничителем на три положения. Выключатель SA2 — малогабаритный, он может быть любого типа. Импортная микросхема TL431 заменяема отечественной микросхемой КР142ЕН19. Трансформатор Т1 изготовлен из выходного трансформатора звука ТВ-2АШ от лампового чёрно-белого телевизора. Его вторичная обмотка перемотана проводом ПЭВ-1 диаметром 0,18 мм с таким расчётом, чтобы на ней было напряжение 115 В. Возможно использование готового унифицированного трансформатора серии ТА мощностью 26...28 Вт. Например, можно использовать трансформатор ТА13-127/220-50, параметры которого приведены в журнале "Радио" [6]. Выпрямительные диоды 1N4007 можно заменить диодным мостом КЦ405А. Неоновую лампу можно не устанавливать, а использовать выключатель сети со встроенной неоновой лампой на 230 В.

Для делителей напряжения в качестве корпуса использована водопроводная труба из ПВХ с наружным диаметром 20 мм. Использовать металлопластиковую трубу нельзя! Для делителя 1:1000 длина трубы — 380 мм, а для делителя 1:100 её длина — 240 мм. На расстоянии 80...100 мм от низковольтного конца корпуса делителя, где держат его рукой, впаина ПВХ-муфта, предохраняющая от соскальзывания руки в высоковольтную его часть. Внутри корпуса (трубы) делителя помещена печатная плата из одностороннего текстолита, на ней установлены радиокомпоненты. Расстояние между медными проводниками должно быть таким, чтобы напряжение на радиокомпонентах не пробивало это расстояние. Необходимо предусмотреть место на плате для установки нескольких подбираемых конденсаторов, если будет необходимость установить несколько конденсаторов для точной компенсации шупа. С торцов корпуса установлены металлические заглушки, выточенные на токарном станке. В одной заглушке, устанавливаемой со стороны высокого напряжения, по осевой линии нарезана резьба М3, куда снаружи заглушки завинчен металлический стержень, а внутри заглушки завинчен винт, соединяющий заглушку с радиоэлементами. В заглушке, устанавливаемой со стороны низкого напряжения, делается отверстие для кабеля, подключаемого к осциллографу. Используется коаксиальный кабель с волновым сопротив-

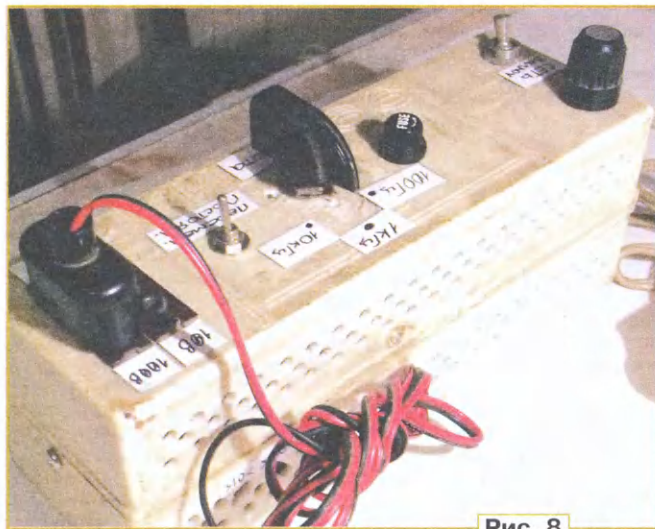
лением 50 Ом диаметром 4 мм и длиной около 1 м с ВЧ-вилкой СР-50 на конце, включаемый в соответствующее входное гнездо осциллографа. Если в вашем осциллографе используется другой тип разъёмного соединения, необходимо применить соответствующий штекер. К токонесущим высоковольтным элементам проверяемого устройства касаются металлическим

калибраторе в нормальном режиме работы греются не так сильно. Выходные гнезда XS1 и XS2 взяты от ламповых магнитофонов или ламповых радиол, там они использовались в качестве входных или выходных гнезд. В одно из гнезд включается ВД1, к которой припаяны два разноцветных провода, оканчивающихся соответственно красным и чёрным зажимами "крокодил". Красный



стержнем делителя, а к корпусу устройства подключаются зажимом "крокодил", который припаян к многожильному проводу, который соединён с экраном коаксиального кабеля. Длина многожильного провода с крокодилом может быть произвольной. Например, она может быть равна длине корпуса

зажим — это выходное напряжение, чёрный зажим — общий провод калибратора. На корпусе вилки сделана маркировка выходного и общего выводов. Внешний вид калибратора показан на рис. 8.



делителя. Внешний вид делителей 1:1000 и 1:100 показан на рис. 6 и рис. 7.

Калибратор собран в корпусе размерами 220×75×80 мм, но желательно применить корпус побольше, уж очень плотно всё там поместилось. В корпусе необходимы вентиляционные отверстия для отвода тепла, выделяемого транзистором VT8, установленным на покупном теплоотводе AL-01 размерами 40×20 мм, и выходным делителем напряжения калибратора на резисторах R19, R21—R24. Остальные детали в

После сборки калибратора его нужно наладить. Если нет ошибок при сборке, после его 15-минутного прогрева подстроечным резистором R10 нужно выставить постоянное напряжение 100 В (выключатель SA1 — замкнут) на выходном гнезде XS1. Потом подстроечным резистором R19 нужно выставить постоянное напряжение 10 В на выходном гнезде XS2. Для измерения напряжения можно использовать цифровой вольтметр В7-35 или любой другой, доступный для радиолюбителя. Для проверки калибратора на переменном напряжении выключатель SA1 размыкают, переключатель SA2 ставят в любое положение и щупом, входящим в комплект осциллографа, проверяют амплитуду переменного прямоугольного напряжения 100 В на гнезде XS1 и амплитуду переменного прямоугольного напряжения 10 В на гнезде XS2. При этих измерениях вход осциллографа должен быть открыт для постоянного напряжения, т. е. входной конденсатор в осциллографе замкнут. Переключать коэффициент деления шупа нужно заранее, до подачи на него исследуемого напряжения. Особенно — при проверке сигнала амплитудой 100 В. Сначала переключатель шупа нужно установить в положение 1:10, а затем подключиться к выходному гнезду. Если форма прямоугольного напряжения амплитудой 100 В отличается от прямоугольной формы, а форма напря-

жения 10 В соответствует прямоугольной, необходимо скомпенсировать сам шуп осциллографа. Для компенсации щупа есть доступ к подстроечному конденсатору через отверстие в корпусе щупа.

Выходную частоту калибратора 10 кГц, в положении "3" переключателя SA1, устанавливают подборкой резистора R14. В положении "2" этого же переключателя частоту 1 кГц устанавливают подборкой только резистора R7. Резистором R6 устанавливается значение частоты 100 Гц в положении "1" переключателя SA1. Частоту можно измерять осциллографом или частотомером. Точность установки частоты не важна, можно её не устанавливать вообще.

Налаживание любого щупа начинают при постоянном напряжении 100 В, получаемом с выхода калибратора. Рассмотрим порядок налаживания на примере делителя 1:1000 (см. рис. 3).

1. Подключают выходной кабель калибратора к входу делителя и общему проводу.

2. Подключают делитель к гнезду осциллографа. Чувствительность осциллографа устанавливают "0,02 В/дел.", переключатель длительности развертки устанавливают на отметку "0,5 мс/дел.",

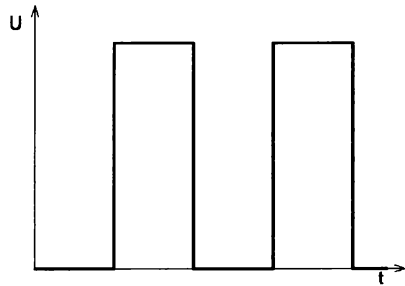


Рис. 9

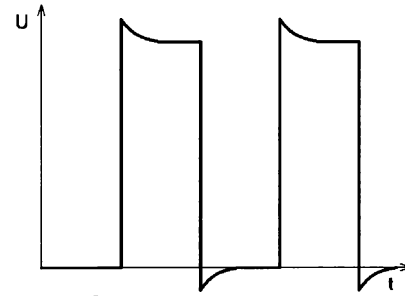


Рис. 10

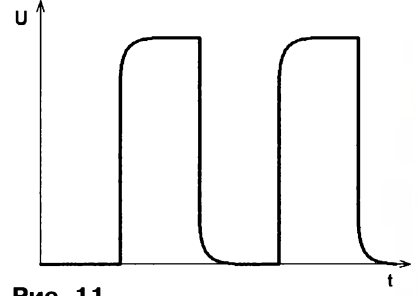


Рис. 11

фа. Если луч на экране занимает положение выше пяти делений, резистор R5 следует увеличивать до получения требуемого положения.

6. С калибратора подают импульсное напряжение с частотой 1 кГц, при этом выключатель SA2 разомкнут, переключатель SA1 находится в положении "2". Ручкой "Уровень" осциллографа синхронизируют это напряжение — делают его неподвижным, при этом становится видно несколько периодов импульсного напряжения. В случае неудачи синхронизации её проводят при положении "Ждущ." кнопки режима синхронизации. Форма напряжения на экране осциллографа должна быть строго прямоугольной и по амплитуде занимать точно пять делений, пример формы напряжения на экране осциллографа показан на рис. 9. Если форма прямоугольного напряжения такая, как показано на рис. 10, или амплитуда напряжения больше, чем пять делений по вертикали экрана, то увеличением ёмкости конденсаторов C6, C7 нужно привести форму к прямоугольной, а амплитуду переменного напряжения — к пяти делениям. Когда наблюдается на экране осциллографа форма прямоугольного напряжения, которая показана на рис. 11, или

амплитуда напряжения меньше пяти делений, ёмкости конденсаторов C6, C7 нужно уменьшать.

Делитель 1:100 (см. рис. 4) налаживают в таком же порядке, что описан выше, только чувствительность осциллографа при этом устанавливают "0,2 В/дел.". Подборкой резистора R4 устанавливают луч на экране осциллографа точно на пять делений при постоянном напряжении, а подборкой конденсатора C4 устанавливают амплитуду импульсного напряжения точно на пять делений и прямоугольную форму.

Мне понадобилось измерить переменное напряжение, которое больше допустимого на входе цифрового вольтметра B7-35. Делитель напряжения 1:1000, которым он был укомплектован, позволяющий измерять переменное напряжение большой величины, был утерян. Пришлось сделать свой делитель, пользуясь схемой, размещённой на с. 131 в "Инструкции по эксплуатации вольтметра". Детали я применил другие, чем те, которые указаны в инструкции, но коэффициент деления и входное сопротивление делителя сохранены такими, как в инструкции. Максимальное постоянное и переменное напряжение, которое можно измерить с помощью изготовленного мной делителя, не

кнопка режима синхронизации — в положении "Авт.". Вход осциллографа должен быть открыт для постоянного напряжения. На включённом и прогретом осциллографе перемещают луч по вертикали на одно из нижних делений экрана так, чтобы сверху был запас на пять делений.

3. Выключатель SA2 калибратора устанавливают в замкнутое по схеме положение (см. рис. 5), при котором на выходе калибратора будет постоянное напряжение.

4. Включают калибратор в сеть и дают ему прогреться.

5. Вставляют выходной кабель калибратора (соблюдая полярность) в гнездо с выходным напряжением 100 В. Луч на экране осциллографа должен переместиться ровно на пять делений вверх экрана. Если луч переместится меньше, чем на пять делений, нужно уменьшать резистор R5 до тех пор, пока луч не установится на требуемое деление на экране осциллографа.

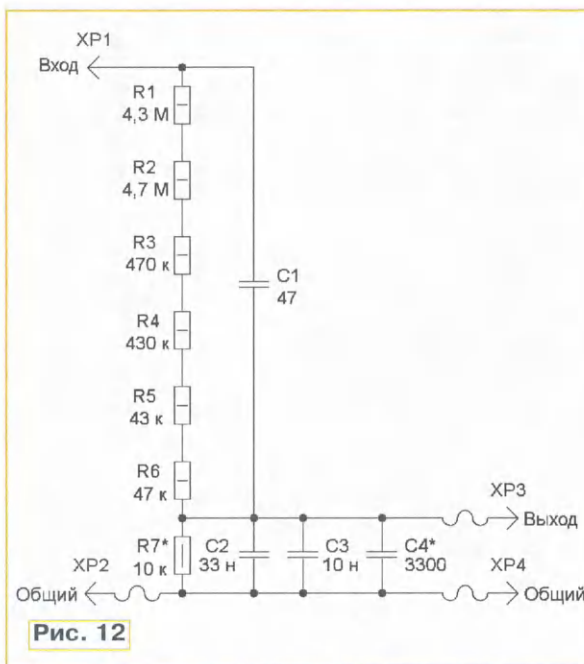


Рис. 12

более 1100 В. Параметры делителя к вольтметру такие: входное сопротивление — 10 МОм, а входная ёмкость — около 47 пФ. Схема делителя напряжения к цифровому вольтметру показана на рис. 12.

О деталях и конструкции делителя к цифровому вольтметру. Все применённые резисторы — МЛТ. Высоковольтный конденсатор C1 — КВИ-2 с номинальным напряжением 10 кВ, остальные конденсаторы — КТ-1. Детали делителя к вольтметру размещены в пластиковой трубе фирмы Nibco диаметром 16 мм и длиной 315 мм, с торцов закрытой двумя металлическими заглушками (без токаря не обошлось). На расстоянии 90 мм от края, где держат корпус рукой, вклеена муфта этой же фирмы, она служит ограничителем от перемещения руки к высоковольтному концу делителя. Радиодетали в этом делителе спаяны навесным монтажом последовательно, а необходимые соединения выполнены

проводами. Сначала (от щупа XP1) установлен конденсатор C1, к нему припаян резистор R1 и далее припаяны остальные детали. При пайке конденсатора C1 используют провода в высоковольтной изоляции. К вольтметру делитель под-

делитель подключают к входу вольтметра. Сначала вольтметр переключают в режим измерения постоянного напряжения. Подают на делитель постоянное напряжение 100 В и подборкой резистора R7 устанавливают показания

ние с амплитудой 100 Вольт и подбором конденсатора C4 добиваются на входных гнездах вольтметра его прямоугольной формы и амплитуды 100 милливольт — 5 делений на экране осциллографа при чувствительности "0,02 Вольт/деление".

Внешний вид делителя для цифрового вольтметра показан на **рис. 13**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Щуп-делитель напряжения для цифрового мультиметра. — Радио, 2003, № 1, с. 35.
2. **Нюрманн Д.** Измерительные приборы для домашней лаборатории: Пер. с нем. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 64 с.
3. **Иванов Б.** О чём поведал прямоугольный импульс. Серия статей цикла "Осциллограф — ваш помощник". — Радио, 1989, № 9, с. 84—86.
4. **Иванов Б.** Осциллограф — ваш помощник (как работать с осциллографом). МП "Символ-Р" и редакция журнала "Радио", 1991. — 64 с., 81 ил.
5. **Бирюков С.** Лабораторный источник питания 5...100 В. — Радио, 2002, № 7, с. 45.
6. **Шульгин Г.** Унифицированные трансформаторы. — Радио, 1981, № 2, с. 59.



Рис. 13

ключается обычным многожильным проводом в изоляции, например, проводом, используемым для подключения сетевого паяльника или настольной лампы.

Налаживают делитель напряжения к цифровому вольтметру по такому же принципу, что описан выше для делителя напряжения к осциллографу, только

100 мВ на индикаторе вольтметра. Затем переводят вольтметр в режим измерения переменного напряжения. Щуп осциллографа подключают на входные гнезда цифрового вольтметра, так учитывается входная ёмкость вольтметра.

Подают с калибратора на делитель переменное прямоугольное напряже-

усилителя никто не отменял. В связи с этим эту микросхему с успехом можно использовать и в других, не аудио, приложениях.

В предлагаемой статье рассказано о двух применениях LM1875T. Первое — формирователь искусственной "земли" (подобное устройство часто называют преобразователем однополярного напряжения в двухполярное). Второе — высоковольтный стабилизатор напряжения +34 В. Далее в статье описаны оба этих устройства, которые можно использовать как отдельные конструкции, так и в составе приведённого в статье регулируемого двухполярного источника питания (ИП) с защитой от превышения тока.

Схема формирователя искусственной "земли", приведённая на **рис. 1**, как можно убедиться, весьма проста. Устройство представляет собой простейший повторитель напряжения на микросхеме DA1, на вход которой подано напряжение, равное половине напряжения питания и снятое с движка подстроенного резистора R2 делителя R1R2R3. Сопротивление подстроенного резистора R2 выбирают в зависимости от допуска резисторов R1 и R3. При допуске этих резисторов 0,1% сопротивление резистора R2 — 47 Ом. Если допуск резисторов R1 и R2 в десять раз хуже, например 1%, то и сопротивление резистора R2 следует увеличить в десять раз — 470 Ом. Конденсаторы C1—C4 — керамические, C5—C7 — оксидные с низким ЭПС. Здесь следует особо подчеркнуть, что поскольку усилитель LM1875T широкополосен, применение обычных оксидных конденсаторов, не с низким ЭПС, исключено. Автор использовал конденсаторы серии UPW компании Nichicon. Это весьма распространённые, а потому легко

Необычное использование аудиоусилителя LM1875T

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

В статье приведены описания устройств, собранных на основе микросхемы аудиоусилителя LM1875T: высоковольтный стабилизатор напряжения +34 В и формирователь искусственной "земли" — преобразователь однополярного питания в двухполярное. Описан двухполярный источник питания с регулировкой выходного напряжения (2х3... 15 В) и ограничением тока (20 мА... 1 А) на основе двух усилителей LM1875T и микросхемы регулятора напряжения L200CV.

Микросхема LM1875T — усилитель, в основном предназначенный для построения на его основе УМЗЧ, её выпускают на протяжении уже более 20 лет. За это время выпущено огромное их число, в связи с чем усилитель LM1875T уникально дешёв (его можно приобрести по цене менее 60 руб.).

LM1875T — относительно высоковольтный (напряжение питания — до 60 В) и весьма мощный усилитель (его выходной ток — до 4 А). Микросхема имеет встроенную защиту от превышения тока (4 А) и от перегрева. Несмотря на то что LM1875T предназначен, как правило, для аудиоприменений, его свойств как

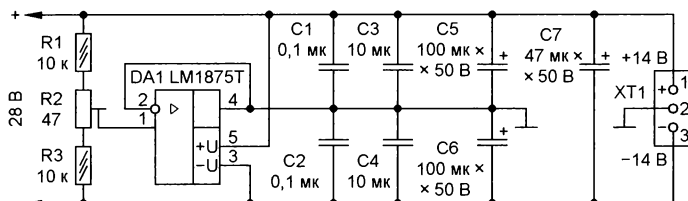


Рис. 1

доступные конденсаторы. Применение обычных дешёвых конденсаторов может привести к возникновению паразитной генерации усилителя на частотах до нескольких килогерц и амплитудой вплоть до напряжения питания, что может вывести микросхему из строя. На вход устройства поступает однополярное напряжение, в нашем случае оно равно +28 В, выходное — 2x14 В.

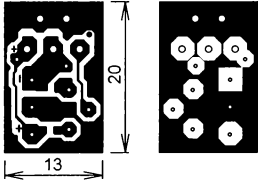


Рис. 2

Формирователь собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, чертёж которой показан на рис. 2. На одной стороне размещены выводные элементы, на другой — элементы для поверхностного монтажа (рис. 3). Выводные оксидные конденсаторы С5 и С6 размещены со стороны поверхностного монтажа (рис. 4 и рис. 5).

Налаживание устройства заключается в установке подстроечным резистором R2 двухполярного выходного напряжения, противоположного по знаку и равного по значению. Для этого между выходом +14 В и общим проводом, а также общим проводом и выходом -14 В подключают цифровые вольтметры или мультиметры и, перемещая движок резистора R2, добиваются равенства этих напряжений.

Для проверки работоспособности устройства к выходам плеч подключают резисторы сопротивлением 28 Ом (ток нагрузки 0,5 А) и 14 Ом (ток 1 А) и цифровым вольтметром или мультиметром измеряют соответствующие напряжения. В первом случае, при токе 0,5 А, значения этих напряжений не должны отличаться от напряжений без нагрузки вплоть до второго знака после запятой — до 10 мВ. При токе в 1 А второй знак после запятой может отличаться не более чем на единицу, т. е. на 10 мВ.

Самое простое применение формирователя искусственного общего провода — преобразователь однополярного напряжения питания, например +30 В, в двухполярное, +15 В и -15 В, для питания таким напряжением стандартных ОУ от одного стабилизированного источника питания, например Б5-47.

Второе применение формирователя — в составе УМЗЧ, собранного на двух мощных усилителях, например, LM3886 или его сдвоенного аналога LM4780, включённых в мостовом режиме работы (см., например, подобный УМЗЧ, описанный автором в статье [1] и в несколько обновлённой версии — в книге [2]). Но прежде чем продолжить изложение, сделаем некоторое отступ-

рование таких сигналов подробно описано в [1] и [2]). При максимуме положительной полуволны входного сигнала потенциал одного вывода АС оказывается близким к напряжению плюсовой линии питания, а потенциал другого вывода АС — близким к напряжению минусовой линии питания. При отрицательной полуволне входного сигнала потенциалы выводов АС меняются местами. Таким образом, роль силового общего провода выполняет выход одного из ОУ. В стандартном, не мостовом, режиме работы ОУ АС одним своим выводом подключена к выходу ОУ, а другим — к силовому общему проводу, ток по которому может достигать единиц ампер. Вот поэтому для такого режима работы ОУ и требуется двухполярный ИП с силовым общим проводом, из которого в усилитель приходят три линии: +U, -U и общий провод.

Помимо силового общего провода, в мощном ОУ используется ещё так называемый вспомогательный общий провод. К нему подключают сглаживающие конденсаторы по питанию ОУ, некоторые RC-цепочки, сигнал "mute" и т. п. Кроме того, в усилителе используются дополнительные устройства: предварительный усилитель, устройство, индицирующее превышение определённого порога входным сигналом, и некоторые другие. Все эти устройства также подключаются к вспомогательному общему проводу. В сумме ток по этой линии не превышает нескольких долей ампера — не более 0,2...0,3 А.

Кроме вспомогательного общего провода, имеется ещё так называемый сигнальный общий провод, ток по которому ничтожно мал.

Силовой общий провод, помимо линий +U и -U, является источником очень больших помех: это наводки сетевого напряжения (50 Гц) и помехи, возни-

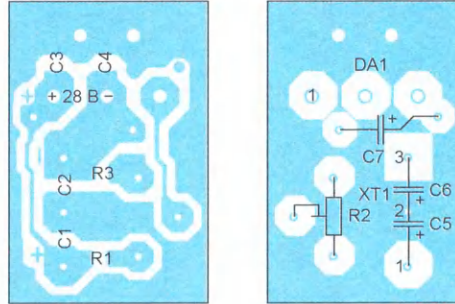


Рис. 3



Рис. 4

ление относительно принципа работы мостового включения двух мощных ОУ, а особенно их питания.

Как известно, при мостовом включении двух ОУ нагрузка, например акустическая система (АС), подключена между выходами этих усилителей. Оба ОУ включены идентично и работают в режиме инвертирующего ОУ с коэффициентом усиления около 20. В таком режиме работы искажения (коэффициент нелинейных искажений плюс шум — КНИ+Ш) минимальны. Предположим, что на входы обоих ОУ поступают взаимно инверсные сигналы (форми-

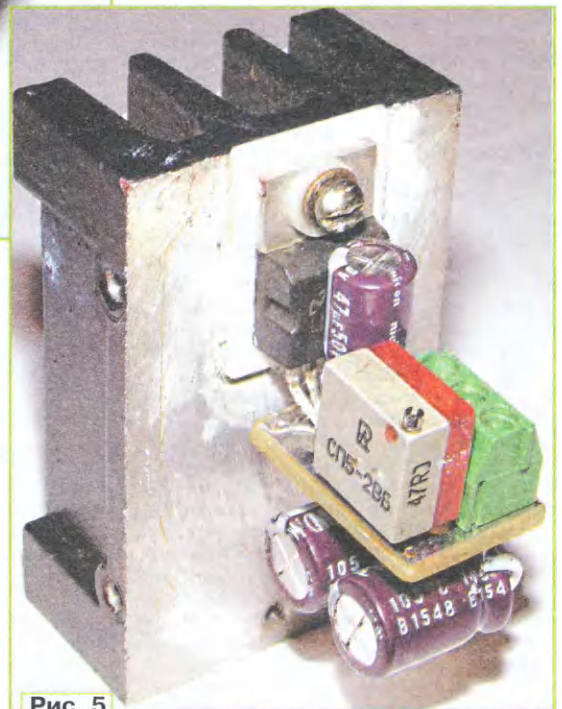


Рис. 5

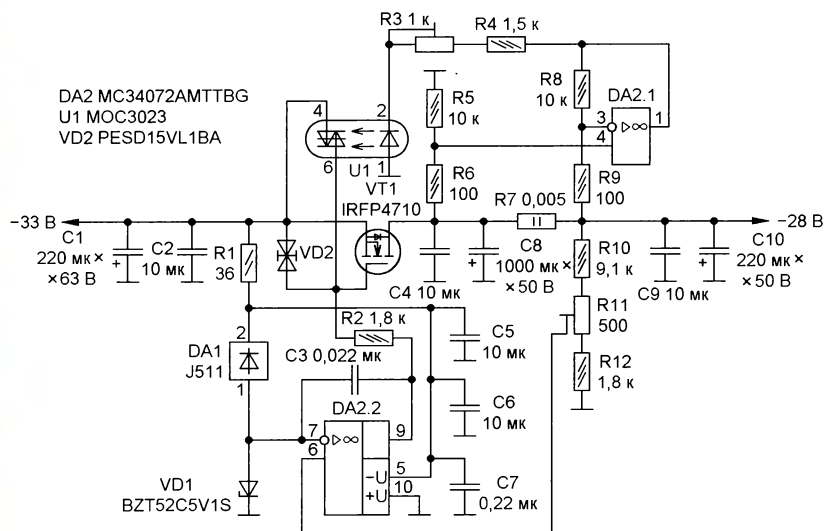


Рис. 6

кающие в выпрямителе, поскольку сглаживающие конденсаторы после выпрямителя соединяются с этим же силовым общим проводом. И если ОУ включён в стандартном режиме, и без силового общего провода не обойтись, то при работе ОУ в мостовом включении силовой общий провод не требуется, его функцию, как было сказано выше, выполняет один из усилителей. А раз так, то возникает следующая идея: если силовой общий провод не нужен, то надо оставить его в ИП, из которого передавать только +U и -U, а для создания вспомогательного общего провода использовать вышеописанный формирователь искусственной "земли". В этом случае все помехи останутся в ИП и передаваться в усилитель уже не будут.

Но тогда возникает ещё один вопрос: а нужен ли тогда вообще двухполярный ИП с напряжениями +U, -U и общим проводом, например, +14 В, -14 В, общий провод? Почему бы не обойтись однополярным ИП с единственным стабилизированным напряжением 28 В? Во-первых, в этом случае потребуются всего один стабилизатор вместо двух, а он в два раза дешевле; во-вторых, число выпрямительных диодов и дорогих оксидных конденсаторов также будет в два раза меньше; в-третьих, мощность трансформатора, а значит, его габариты и соответственно стоимость можно снизить приблизительно на 20%, а то и больше.

Теперь вернёмся к прерванной последовательности изложения.

Специально для такого случая автором разработан стабилизатор с выходным напряжением 28 В (рис. 6). За основу была взята схема стабилизатора 15 В, опубликованная автором в статье [3]. В связи с почти удвоенным выходным напряжением (28 В) были сделаны следующие изменения и дополнения.

1. Вместо двухзвенного RC-фильтра с оксидными конденсаторами, применённого в [3] для питания ОУ DA1, использован однозвенный RC-фильтр — простая RC-цепочка R1C5C6, причём

конденсаторы C5 и C6 — керамические, оксидные конденсаторы, как показала практика, применять здесь нежелательно.

2. Пробивное напряжение защитного двунаправленного диода VD1 увеличено до 15 В, применён PESD15VL1BA.

3. Чтобы получить стабильный ток для питания стабилизатора VD1 с напряжением стабилизации 5,1 В, вместо микросхемы LM334Z, применённой в [3], использован стабилизатор тока DA1

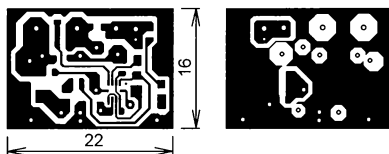


Рис. 7

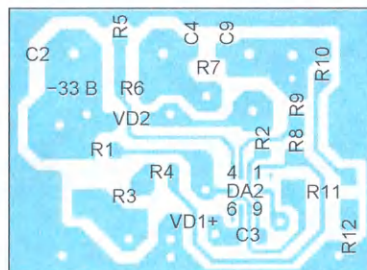


Рис. 8

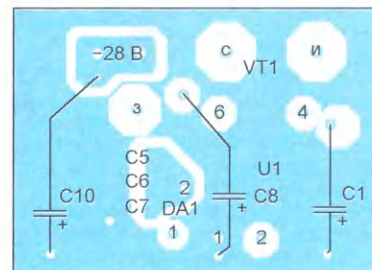
(J511). Такой стабилизатор тока в зарубежной литературе именуется как Constant-Current Diode (CCD) и представляет собой n-канальный полевой транзистор с управляющим p-n-переходом (JFET), у которого затвор соединён с истоком. При напряжении между стоком и истоком, превышающем 10 В, такой транзистор входит в насыщение, и при дальнейшем росте напряжения ток канала практически не меняется,

т. е. этот транзистор является источником стабильного тока. При входном напряжении 15 В и напряжении стабилизации 5,1 В стабилитрона, как в [3], применение J511 исключено, поскольку ему требуется напряжение более 10 В (а разность равна 15 В - 5,1 В = 9,9 В), в то время как микросхема LM334Z работоспособна уже при напряжении 1,5 В. Но в нашем случае минимальное входное напряжение (33 В) намного превышает 10 В, поэтому и использован стабилизатор тока J511, который имеет кардинально меньший шум по сравнению с микросхемой LM334Z, поскольку основан на простом физическом принципе, а LM334Z включает в себя несколько транзисторов и других компонентов, и поэтому её шум существенно повышен. Вместо J511 можно применить более современный стабилизатор тока S-562T в корпусе SOD-123. Он дешевле J511 и, кроме того, рассчитан на максимальное напряжение 100 В против 50 В у J511.

4. В связи с иным выходным напряжением стабилизатора -28 В вместо -15 В в [3] сопротивления резисторов R10, R11, R12 делителя выходного напряжения также изменены, для того чтобы на неинвертирующем входе ОУ DA2.2 (вывод 6) при выходном напряжении -28 В было напряжение -5 В.

5. Добавлен конденсатор C3, включённый в цепь отрицательной обратной связи ОУ DA2.2 между его выходом (вывод 9) и инвертирующим входом (вывод 7) и предназначенный для подавления самовозбуждения ОУ, проявляющегося при более высоком напряжении.

6. Сопротивление резистора R2, включённого между выходом ОУ DA2.2 и затвором транзистора VT1, увеличено почти вдвое: 1,8 кОм вместо 1 кОм (R14 в [3]). Это сделано в связи с тем, что входное напряжение более высокое, а поддерживающий включённое состояние оптосимистора ток должен оставаться на прежнем уровне, как при 15 В в [3].



7. Вместо транзистора IRFB4710 в корпусе TO-220, применённого в [3], использован транзистор IRFP4710 (VT1) в более габаритном корпусе TO-247, который способен рассеивать большую мощность.

8. Добавлен конденсатор C8 ёмкостью не менее 1000 мкФ, подключённый к стоку транзистора VT1 и к левому по схеме выводу токоизмерительного резистора R7. Это сделано для того,

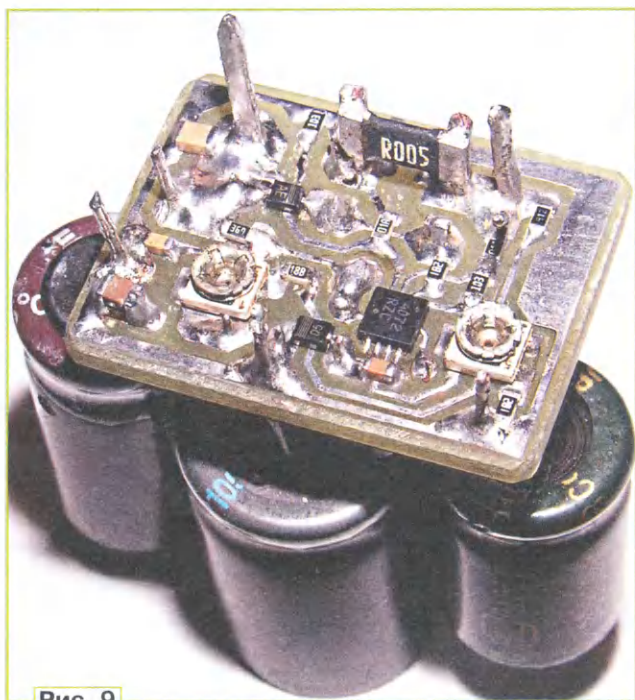


Рис. 9



Рис. 10

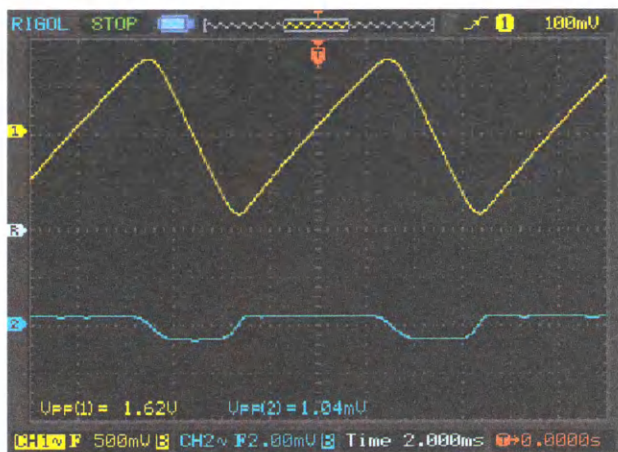


Рис. 11

чтобы предотвратить ложное срабатывание защиты по току при включении питания. Такое ложное срабатывание возможно, если нагрузка (в данном случае усилитель) имеет ёмкостную составляющую, а в усилителе имеются конденсаторы в несколько сотен микрофарад, и в момент включения питания их большой зарядный ток, проходя через резистор R7, приводит к такому срабатыванию. В результате усилитель питания не получит и работать не будет. Конденсатор C8 в момент включения питания берёт часть этого зарядного тока на себя, в связи с чем через резистор R7 протекает меньший ток, и защита уже не срабатывает. Ёмкость конденсатора C8 подобрана автором экспериментально. Если используется усилитель с большими номиналами ёмкости оксидных конденсаторов, чем в [1], то ёмкость конденсатора C8 целесообразно увеличить, в противном случае — уменьшить.

стороне размещены выводные элементы, на другой — элементы для поверхностного монтажа (рис. 8). Фотографии собранной платы показаны на рис. 9 и рис. 10.

Автор снял осциллограммы пульсаций входного и выходного напряжений стабилизатора при токе нагрузки 9 А с помощью двухканального цифрового осциллографа с закрытыми входами (рис. 11). Верхняя осциллограмма (жёлтого цвета) соответствует пульсациям входного напряжения. Чувствительность по вертикали для этого канала (канал 1) — 0,5 В/деление (надпись "500mV"), размах пульсаций от пика до пика равен 1,62 В (надпись "Vpp(1)= 1.62V"). Нижняя осциллограмма (голубого цвета) соответствует пульсациям выходного напряжения. Чувствительность по вертикали для этого канала (канал 2) — 2 мВ/деление (надпись "2.00mV"), а размах пульсаций от пика до пика — 1,04 мВ (надпись

"Vpp(2) = 1.04mV"). Развёртка осциллографа — 2 мс/деление (надпись "Time 2.000ms").

Как видно из приведённых осциллограмм, размах пульсаций выходного напряжения при токе 9 А — около 1 мВ. Это в два раза меньше, чем размах пульсаций в аналогичном стабилизаторе [3] — около 2 мВ. Если подсчитать во сколько раз размах пульсаций выходного напряжения меньше размаха пульсаций входного, то получим $1620 \text{ мВ} / 1,04 \text{ мВ} = 1557,7$ или около 64 дБ. Такое подавление пульсаций автора вполне устроило.

Ну и, наконец, самая последняя и главная проверка, или, как говорят, — момент истины. После подключения однополярного ИП со стабилизатором по схеме рис. 6 к аудиоусилителю с установленным в нём формирователем по схеме рис. 1 автор установил регулятор громкости на максимум и прослушал шум в АС как при отсутствии звукового сигнала, так и в паузах между фонограммами. Вот результат: при приложении уха вплотную к ВЧ динамической головке прослушивалось слабое шипение, у СЧ динамической головки — слабое шипение, а вот у НЧ-головки была вообще полная тишина. Автор очень тщательно прислушивался, надеясь услышать знакомый фон частотой 50 Гц, однако ни в одной из динамических головок так ничего и не услышал.

Таким образом, применение однополярного стабилизированного ИП совместно с формирователем искусственного общего провода по приведённым выше схемам для питания аудиоусилителя на основе мощных ОУ, работающих в мостовом режиме включения, имеет несомненные преимущества перед двухполярным ИП: в два раза уменьшается число выпрямительных диодов и дорогих оксидных конденсаторов; кроме того, требуется только один

Принём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

стабилизатор вместо двух в двухполярном ИП, а стоимость формирователя искусственного общего провода в разы меньше стоимости стабилизатора. Но все эти преимущества, хотя они и весьма существенны, просто меркнут по

непредсказуемым образом и, в частности, создавать короткое замыкание.

В приводимой ниже конструкции ИП эти проблемы решены. Схема его основной платы показана на **рис. 12**. ИП состоит из трёх последовательно

произойдёт наоборот. Вместо стабилизатора тока J511 можно использовать S-562T, как и в стабилизаторе по рис. 6. ИП питается входным напряжением с условным значением +43 В. На самом деле, при отсутствии нагрузки входное

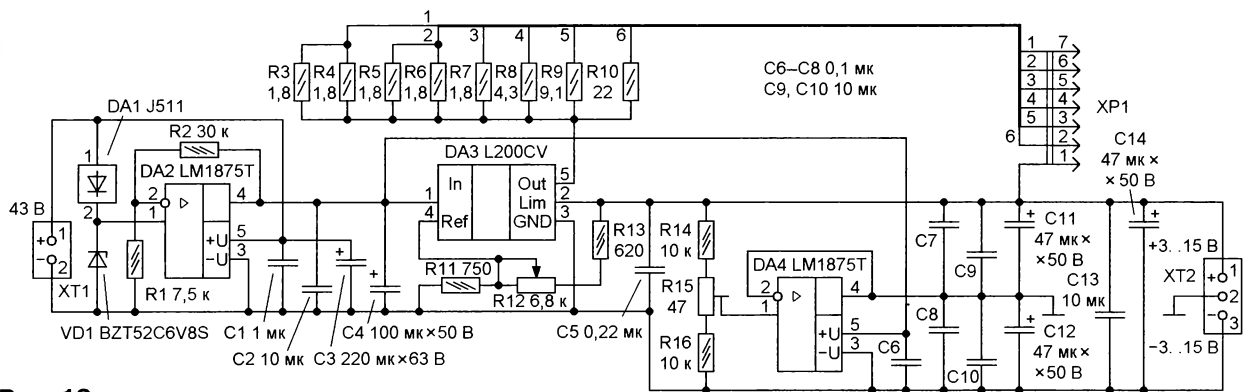


Рис. 12

сравнению с полным исчезновением фона частотой 50 Гц в АС, работающим с усилителем, при отсутствии аудиосигнала или в паузах между фонограммами. Эта, на первый взгляд, не совсем заметная особенность на самом деле существенно повышает комфортное восприятие высококачественного музыкального сигнала.

Второе применение ОУ LM1875T — относительно высоковольтный (+34 В) стабилизатор напряжения, использующийся как вспомогательный в регулируемом двухполярном стабилизированном ИП с ограничением тока. Основная цель использования такого ИП — разработка устройств на основе ОУ, требующих двухполярное питание.

В статье автора [4] описан подобный ИП, однако у него имеются два недостатка. Во-первых, два его выходных силовых транзистора 2SA1287 (р-п-р) и 2SC3247 (п-п-н), имеющих корпус ТО-92, хотя и рассчитаны на максимальный ток 1 А, но уже при токе в 100 мА начинают сильно нагреваться несмотря на теплоотводы, на которых они закреплены. Увеличение площади теплоотводов не приводит к снижению температуры, поскольку эффективно отвести тепло от такого маленького корпуса, как ТО-92, весьма проблематично. В результате от перегрева транзисторы выходят из строя, и приходится их перепаявать, а они не дешёвы и, кроме того, относительно труднодоступны. Во-вторых, и это главная проблема этого ИП, — отсутствие в нём защиты от превышения тока, в том числе — от замыкания выхода. Если случайно замкнуть одно из выходных напряжений на общий провод, соответствующий выходной транзистор, а часто и оба, моментально выходят из строя. Если бы эксплуатация этого ИП предназначалась для уже отлаженного и работоспособного устройства, в котором подобные ошибки исключены, то эта проблема стояла бы не так остро. Но всё дело в том, что этот ИП как раз и предназначен для конструирования и отладки новых устройств, которые могут вести себя

включённых друг за другом узлов: стабилизатора напряжения +34 В на основе усилителя LM1875T (DA2), регулируемого стабилизатора с ограничением тока на микросхеме L200CV (DA3) и преобразователя однополярного напряжения 6...30 В в двухполярное 2×3...15 В на основе LM1875T (DA4).

В стабилизаторе напряжения +34 В входит источник образцового напряжения на стабилизаторе тока J511 (DA1) и стабилитроне BZT52C6V8S (VD1) с напряжением стабилизации 6,8 В. Точка их соединения подключена к неинвертирующему входу DA1 (вывод 1), а точка делителя выходного напряжения, снятого с выхода усилителя (вывод 4), — к его инвертирующему входу (вывод 2). При выходном напряжении 34 В в точке соединения резисторов R1 и R2 будет также 6,8 В. Конденсаторы C2—C4 снижают размах пульсаций выходного напряжения (при токе 1,5 А этот размах не превышает 1 мВ), а конденсатор C1 —

напряжение — около 47 В, а при максимальном токе 1 А оно снижается до 38 В.

Перед тем как включить в состав ИП, стабилизатор напряжения +34 В на усилителе DA2 был тщательно опробован в работе. Дело в том, что изначально автор планировал в качестве стабилизатора напряжения +34 В использовать микросхему высоковольтного регулируемого стабилизатора LM317AHV с максимальным входным напряжением 60 В и максимальным типовым значением выходного тока 2,2 А. Однако, как показала практика, уже при токе в 1 А эта микросхема выключается, её выход переводится в высокоимпедансное состояние — срабатывает защита, в связи с чем автор от неё отказался и предпочёл использовать, если от неё требуется ток около 1 А. Стабилизатор на микросхеме LM1875T идеально работает и может быть использован как отдельное устройство.

Регулируемый стабилизатор напряжения с ограничением тока на микросхеме DA3 (L200CV) не отличается особой сложностью. Для питания этой микросхемы используется выходное напряжение +34 В вышеописанного вспомогательного стабилизатора.

Регулируют выходное напряжение в пределах 6...30 В переменным резистором R12, входящим в состав делителя R11R12R13. На месте R12 применён переменный резистор СП5-35А с высокой разрешающей способностью благодаря конструкции по груботочной схеме, построенной на двух соосных резистивных элементах. Режим ограничения тока в интервале от 20 мА до 1 А выбирают дискретно подключением к выводам 2 и 5 микросхемы DA3 резисторов R3—R10, соединённых с разъёмом XP1 (PLS-7), расположенным на плате. К этому разъёму подключают переключатель SA1 ПГ2-10-6П4НВК на шесть положений и четыре направления (**рис. 13**). В положении 1 к выводам 2 и 5 микросхемы DA3 подключается резистор R10, ток ограничения при этом равен приблизительно 20 мА, в положении 2 — R9 (ток ограничения

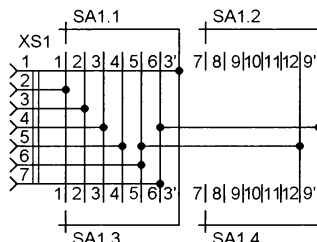


Рис. 13

блокировочный. Когда нагрузку подключают к выходу стабилизатора, его выходной ток увеличится, а выходное напряжение начнёт уменьшаться, в связи с чем будет уменьшаться и напряжение, снятое с делителя R1R2. Поскольку это напряжение подключено к инвертирующему входу усилителя, его выходное напряжение станет увеличиваться, пока не достигнет прежнего значения. При отключении нагрузки всё

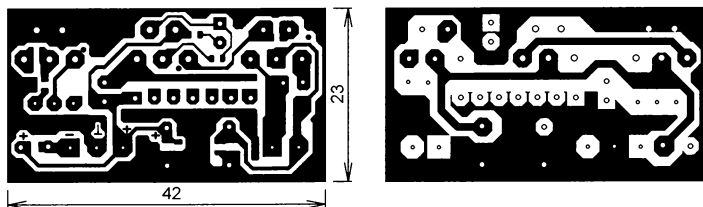


Рис. 14

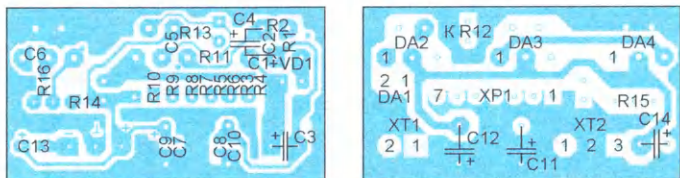


Рис. 15

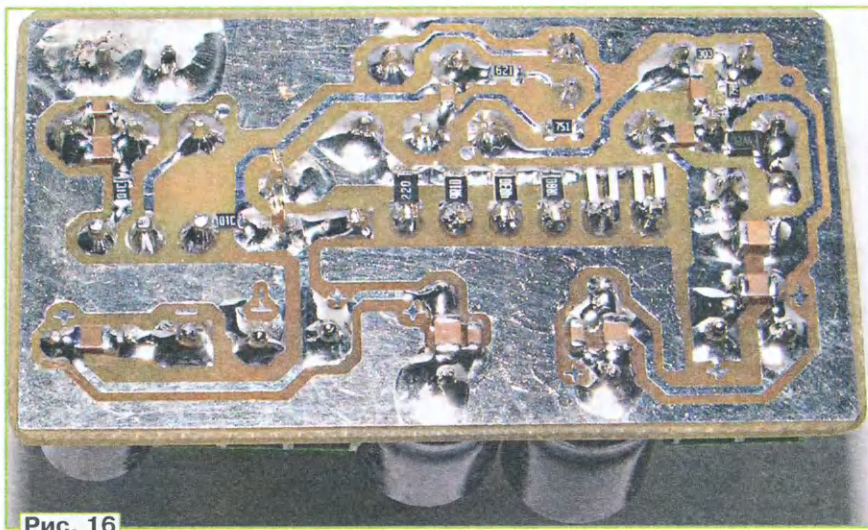


Рис. 16

Рис. 17



напряжения 6...30 В в двухполярное 2х3...15 В собран на микросхеме LM1875T (DA4) аналогично схеме рис. 1. Единственное отличие этой схемы от рис. 1 состоит в том, что ёмкость конденсаторов C11 и C12 снижена до 47 мкФ по сравнению с ёмкостью конденсаторов C5, C6 100 мкФ на рис. 1. Это сделано в связи с тем, что два предыдущих узла — стабилизатор напряжения +34 В на DA2 и стабилизатор с регулируемым напряжением на DA3 — достаточно сильно подавляют пульсации входного выпрямленного напряжения 43 В, и ёмкости конденсаторов C11 и C12 в 47 мкФ вполне достаточно.

Двухполярный регулируемый стабилизатор собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, чертёж которой показан на рис. 14. На одной стороне размещены выводные элементы, на другой — элементы для поверхностного монтажа (рис. 15). Фотографии собранной платы показаны на рис. 16 и рис. 17.

Напряжение питания на основную плату поступает от источника с сетевым трансформатором (рис. 18). Здесь применён сетевой трансформатор Т2-220-50 мощностью около 50 Вт. Первичную обмотку подключают к сети ~230 В сдвоенным выключателем MTS-201 (SA1), последовательно с которым установлена плавкая вставка на 1 А (FU1), а две вторичные обмотки с номинальным напряжением ~16 В и напряжением холостого хода ~18 В соединены последовательно. Таким образом, номинальное выходное напряжение трансформатора равно ~32 В, а напряжение холостого хода — ~36 В. Это напряжение выпрямляют два сдвоенных диода с общим катодом MBRF20100 (VD1) и общим анодом FRH20A10 (VD2), которые рассчитаны на максимальное напряжение 100 В и максимальный ток 10 А. Оксидные конденсаторы C1—C4 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения.

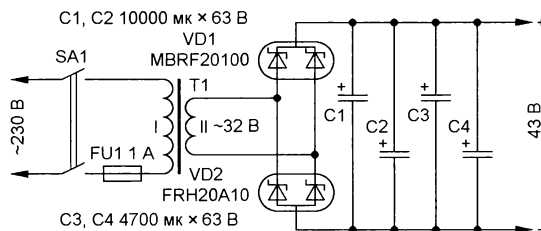


Рис. 18

50 мА), в 3-ем — R8 (100 мА), в 4-ом — R7 (250 мА), в 5-ом — параллельно два резистора R5 и R6 (500 мА), в 6-ом — параллельно четыре резистора R3—R6 (1 А). Конденсатор C5 — блокировочный.

Преобразование однополярного

В ИП используется ещё один узел, индицирующий факт перегрузки по току, когда микросхема L200CV (DA3 на рис. 12) переходит в режим ограничения тока.

Основная идея такого устройства состоит в следующем. Как указано в справочном листке на микросхему L200CV, режим ограничения тока наступает, когда напряжение между выводами 5 и 2 L200CV (V5-2) достигает 0,45 В. Но это типовое значение. На самом деле, согласно справочному листку, это

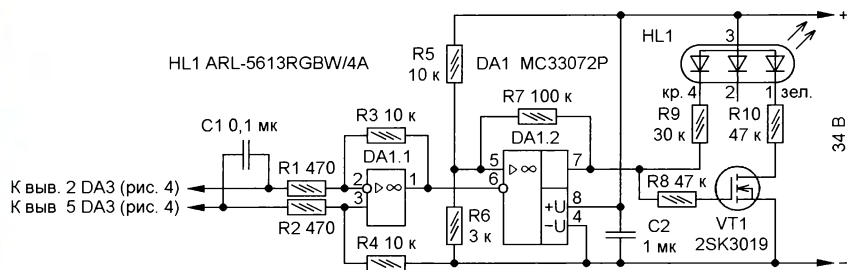


Рис. 19

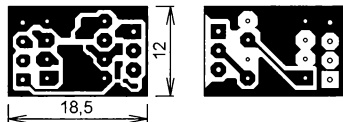


Рис. 20

напряжение находится в интервале от 0,38 В (минимальное значение) до 0,52 В (максимальное). Работать с такими маленькими напряжениями очень неудобно, поэтому целесообразно усилить $V5-2$ раз в 20, например, с помощью дифференциального усилителя (ДУ) с привязкой его выходного напряжения к общему проводу. В этом случае выходные напряжения (минимальное, типовое и максимальное) такого ДУ будут равны соответственно 7,6 В, 9 В и 10,4 В при условии, что наступил режим ограничения тока. Если подключить к выходу такого ДУ светодиод, разумеется, с токоограничивающим резистором, то при плавном увеличении тока нагрузки вплоть до максимального, например, увеличивая выходное напряжение при постоянной нагрузке, такой светодиод также будет плавно увеличивать свою яркость, и определить момент перехода L200CV в режим ограничения тока не представится возможным. Поэтому после ДУ целесообразно установить триггер Шмитта, который бы переключался из состояния сброса (reset), соответствующего отсутствию перегрузки по току, в установленное состояние (set), соответствующее наступлению события перегрузки по току, при пороге в 9 В (типовое значение), а обратно (reset) — при пороге, например, в 8 В. Если к выходу такого триггера Шмитта подключить светодиод, то в зависимости от состояния триггера Шмитта он будет либо включён, либо выключен, что легко определить визуально.

Теперь, когда идея объяснена, уже легко понять её реализацию по схеме рис. 19. В узле индикации перегрузки по току применён относительно высоковольтный сдвоенный ОУ MC33072P (DA1). Его максимальное напряжение питания равно 44 В.

ДУ организован на ОУ DA1.1 и четырёх резисторах R1—R4. Его коэффициент усиления равен отношению сопротивления резисторов $R3/R1 = R4/R2$, а привязка выходного напряжения к потенциалу общего провода осуществляется соединением правого по схеме вывода резистора R4 с общим проводом (с минусовой линией питания). Схема

триггера Шмитта организован на ОУ DA1.2. Образцовое напряжение (точка соединения трёх резисторов R5, R6 и R7) подключено к неинвертирующему входу ОУ (вывод 5), а входное напряжение поступает на его инвертирующий вход (вывод 6). Если на выходе этого ОУ присутствует высокий уровень, почти напряжение питания 34 В, то резистор R7 окажется подключён параллельно резистору R5. В противном случае R7 будет подключён параллельно резистору R6. Нетрудно посчитать, что в первом случае на неинвертирующем входе ОУ DA1.2 будет

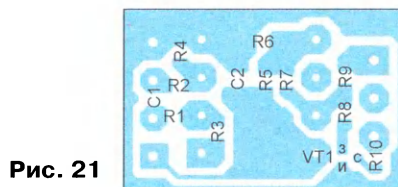


Рис. 21

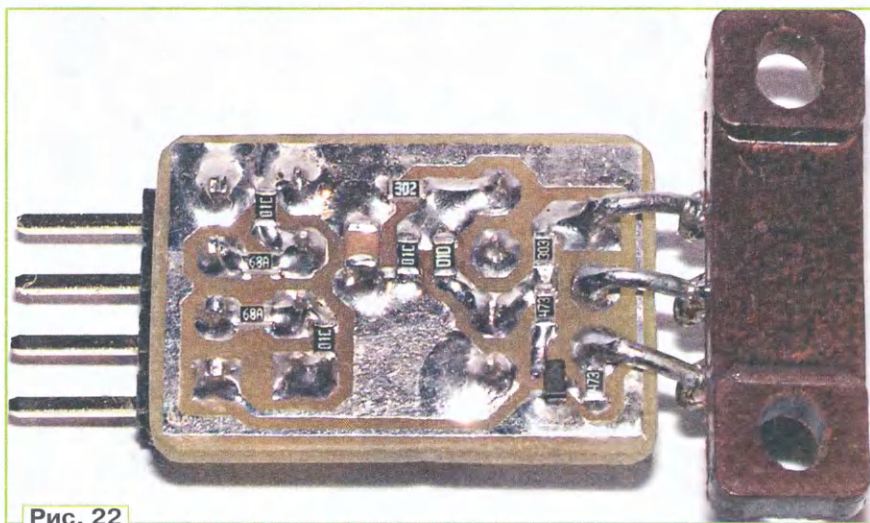
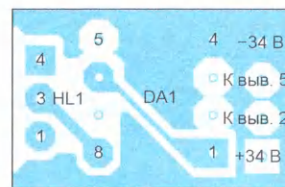


Рис. 22

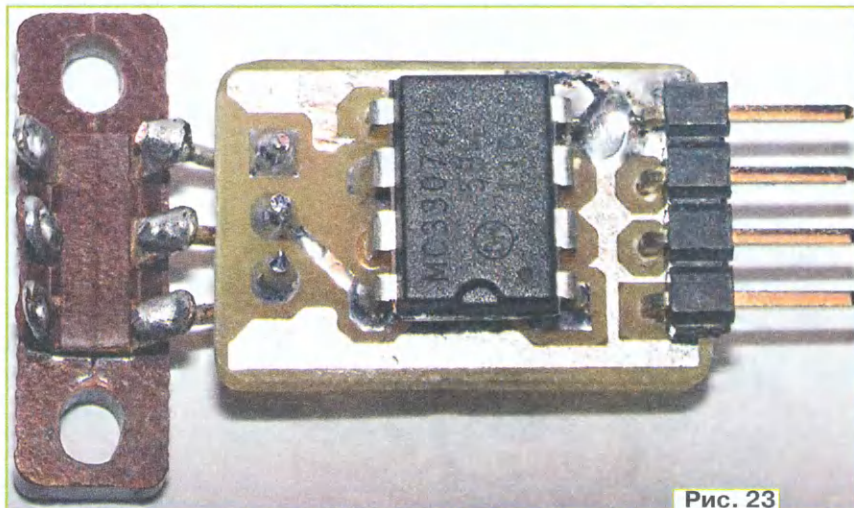


Рис. 23

этого ДУ та же, что использована в мощном стабилизаторе -28 В — на ОУ DA2.1 и четырёх резисторах R5, R6, R8, R9 (см. рис. 6).

напряжение около 8,43 В, что несколько меньше вышеуказанного для L200CV и усиленного в 20 раз типового значения 9 В, но больше минимального —

7,6 В, а во втором — 7,66 В. Таким образом, верхний порог переключения триггера Шмитта равен 8,43 В, нижний — 7,66 В, гистерезис — 0,77 В.

К выходу триггера Шмитта вместо одного светодиода подключены трёхцветный красно-сине-зелёный (RGB) светодиод ARL-5613RGBW/4A (HL1) с общим анодом и p-канальный полевой транзистор 2SK3019 (VT1). Поскольку триггер Шмитта инвертирующий — входное напряжение, полученное с выхода ДУ, поступает на его инвертирующий вход (вывод 6 DA1.2), — то при превышении этого входного напряжения уровня 8,43 В триггер переключится в состояние с низким уровнем на выходе. При этом загорится красный кристалл светодиода, а транзистор окажется в закрытом состоянии, в связи с чем зелёный кристалл светить не будет. Если же входное напряжение триггера Шмитта ещё не достигло порога 8,43 В, на выходе триггера Шмитта будет присутствовать напряжение высокого уровня. При этом красный кристалл светодиода не светит, транзистор открыт, светит зелёный кристалл. В противоположное состояние триггер Шмитта переключится только тогда, когда его входное напряжение снизится до нижнего порога в 7,66 В.

Теперь о коэффициенте усиления ДУ. Пусть этот коэффициент усиления равен, например, 20 (при $R1 = R2 = 510 \text{ Ом}$), а порог переключения L200CV в состоянии ограничения тока, предположим, равен 0,4 В (он может быть и меньше, вплоть до 0,38 В, как было указано



Рис. 24

когда $R1 = R2 = 470 \text{ Ом}$, как на рис. 19, коэффициент усиления ДУ будет уже больше 21 и всё станет работать адекватно. Вышеописанный пример можно использовать как один из способов настройки устройства, собранного по схеме рис. 19. Другой способ настройки устройства — изменение порога переключения триггера Шмитта, изменяя соотношение сопротивлений резисторов $R5$ и $R6$. Такая настройка неизбежна, поскольку порог переключения в режим ограничения тока L200CV существенно зависит от экземпляра микросхемы.

Конденсатор $C1$ установлен для подавления наводок на входе ДУ, а конденсатор $C2$ — блокировочный.

Несмотря на такое пространное объяснение работы узла индикации, он, как можно убедиться, достаточно прост, а его плата легко разводится и имеет размеры $12 \times 18,5 \text{ мм}$. Чертёж платы из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита показан на рис. 20. На одной стороне размещены выводные элементы, на другой — элементы для поверхностного монтажа (рис. 21). Фотографии собранной платы показаны на рис. 22 и рис. 23.

Весь ИП размещён в корпусе G459/Gainta размерами $185 \times 95 \times 80 \text{ мм}$ (рис. 24). Трансформатор привинчен уголками к дну корпуса. Оксидные конденсаторы ёмкостью 10000 мкФ также привинчены к дну корпуса специальными хомутами, а конденсаторы ёмкостью 4700 мкФ приклеены к магнитопроводу трансформатора порис-



Рис. 25

выше). При подключении к выходу прибора какой-либо нагрузки и перемещении движка переменного резистора $R12$ (см. рис. 12) выходное напряжение будет расти, в связи с чем станет увеличиваться и выходной ток. Когда напряжение между выводами 5 и 2 L200CV достигнет 0,4 В, произойдёт переключение микросхемы в состояние ограничения тока. В этом случае выходное напряжение ДУ будет равно 8 В, что меньше, чем напряжение 8,43 В, указанное выше, и

при перемещении движка переменного резистора увеличиваться уже не будет. В результате триггер Шмитта так и останется в исходном состоянии и будет светиться зелёный кристалл светодиода, сообщая о том, что порог переключения ещё не достигнут, хотя реально он уже наступил. Другими словами, при недостаточно высоком коэффициенте усиления (20) всё устройство работать не будет. В случае,



Рис. 26

той лентой с двухсторонним липким слоем. На задней стенке (рис. 25) установлены выключатель питания, плавкая вставка, а сетевой провод пропущен через специальную проходную втулку — гермоввод, в которой он зажат. Теплоотвод закреплён также на задней стенке. К теплоотводу привинчены все три микросхемы основной

платы ИП (DA2—DA4, см. рис. 12) через керамические изолирующие пластины под корпус ТО-220 и специализированные втулки с использованием теплопроводящей пасты КПТ-8. Для платы в задней стенке прорезано окно. Плата индикации перегрузки припаяна к колодке (см. рис. 22 и рис. 23), которая привинчена винтами M2 к задней стенке под теплоотводом.

На передней стенке — это лицевая часть прибора — расположены светодиоды в специальных оправках, переменный резистор и галетный переключатель, ручки которых выведены на лицевую поверхность, а также клеммы и разъём с дублирующими напряжениями (рис. 26). Рядом с клавишкой галетного переключателя приклеена бумажная полоска, на которой распечатаны значения ограничения тока, соответствующие положению клавишки. Снизу к дну корпуса приклеены резиновые ножки, входящие в комплект поставки корпуса.

Выходные напряжения ИП и общий провод выведены на три клеммы: ВР-301GB чёрного цвета (В1), ВР-301GR

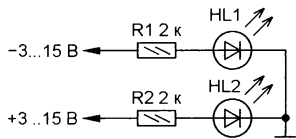


Рис. 27

красного цвета (В2) и ВР-303GR золотённая с чёрным кольцом (В3), расположенные на лицевой поверхности устройства. К этим же клеммам подключены два светодиода синего (HL1) и жёлтого (HL2) цветов (рис. 27), индицирующими наличие напряжения на выходе ИП.

Приведённые в статье устройства свидетельствуют, что микросхема LM1875Т, предназначенная для построения на её основе УМЗЧ, с успехом может использоваться в прикладных задачах, напрямую не связанных с её аудиоприложениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Усовершенствованный УМЗЧ на базе ИУ и мощных ОУ. — Современная электроника, 2019, № 5, с. 38—43.
2. Кузьминов А. Ю. Электронные устройства. Современные аппаратные и программные средства. — М.: Перо, 2021.
3. Кузьминов А. Двухканальный сетевой источник питания с низким уровнем пульсаций и токовой защитой. — Радио, 2018, № 4, с. 21—25.
4. Кузьминов А. Регулируемый двухполлярный блок питания. — Радио, 2012, № 6, с. 18, 19.

От редакции. Чертежи авторского варианта печатных плат в формате Sprint LayOut 6.0 и три варианта шкалы ограничения тока размещены по адресу http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/power_supply.zip на нашем ftp-сервере.

Измеритель ёмкости Li-Ion аккумуляторов на микроконтроллере PIC16F873A

Чтобы проверить, насколько реальная ёмкость Li-Ion аккумулятора соответствует номинальной, и предназначен этот прибор.

В. ТУРЧАНИНОВ, г. Севастополь

Устройство, описание которого приводится далее, позволяет производить зарядку Li-Ion аккумуляторов с номинальным напряжением 3,7 В. При этом измеряются их ёмкость и внутреннее сопротивление. Алгоритм работы устройства следующий: опреде-

ры C1, C4, C6 — блокировочные по цепи питания. Тактовую частоту микроконтроллера задают кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C2, C5. На резисторах R12 и R13 собран регулятор яркости подсветки ЖКИ. На резисторах R8, R9, R11 собран регуля-

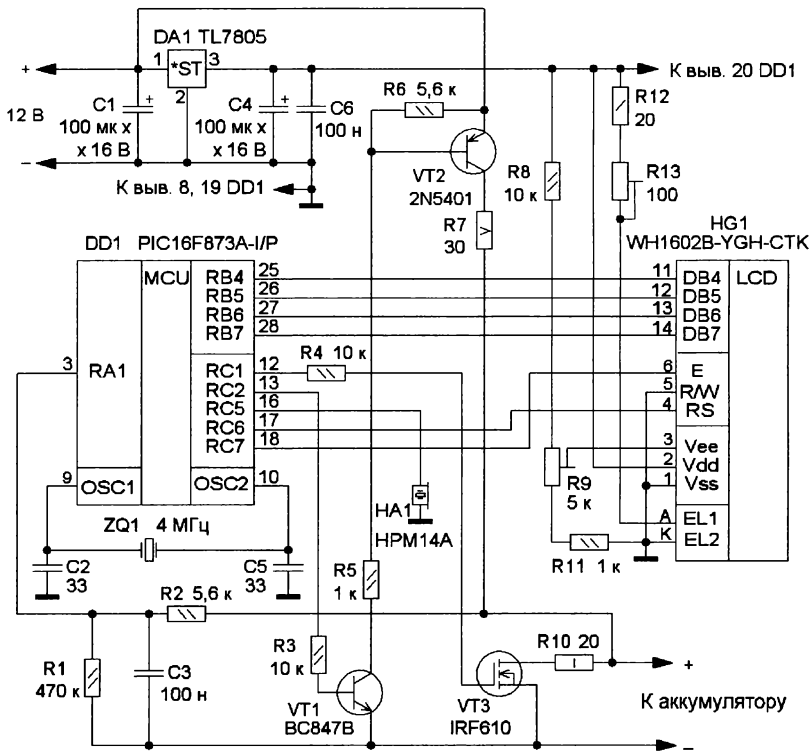


Рис. 1

ление наличия аккумулятора, полная зарядка, разрядка (при этом измеряются внутреннее сопротивление и ёмкость аккумулятора) и последующая зарядка. Об окончании цикла оповещает звуковой сигнал.

Схема устройства показана на рис. 1. Оно собрано на микроконтроллере DD1 PIC16F873A [1] и двухстрочном ЖКИ-модуле HG1 [2], по 16 символов в каждом. Конденсато-

тор контрастности изображения ЖКИ. Резисторы R1, R2 и конденсатор C3 образуют делитель напряжения аккумулятора. Эта цепь подключена к входу АЦП микроконтроллера. Резисторы R3, R5—R7 и транзисторы VT1 и VT2 образуют цепь зарядки аккумулятора, резистор R7 — токоограничивающий. Резистор R10 (нагрузочный) и транзистор VT3 образуют цепь разрядки аккумулятора.

BATTERY TESTER

BATTERY TESTER
U=3,44v Li-ion

Рис. 2

Рис. 3

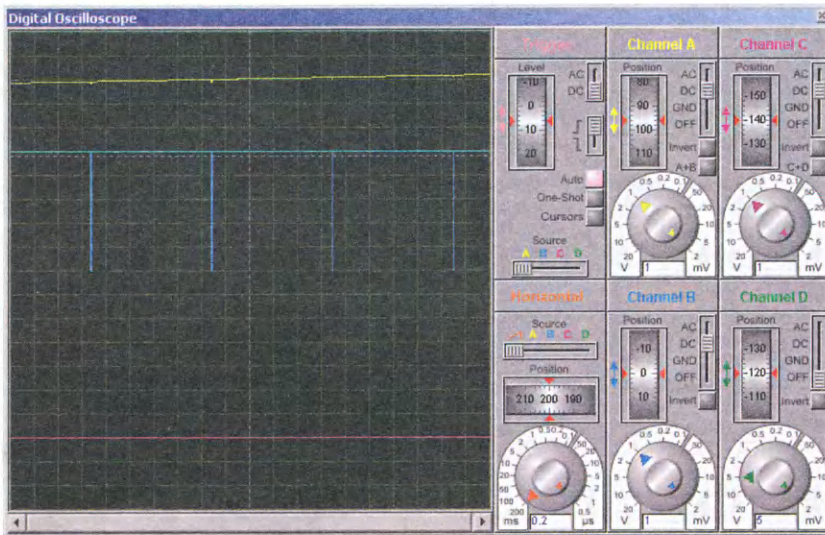


Рис. 4

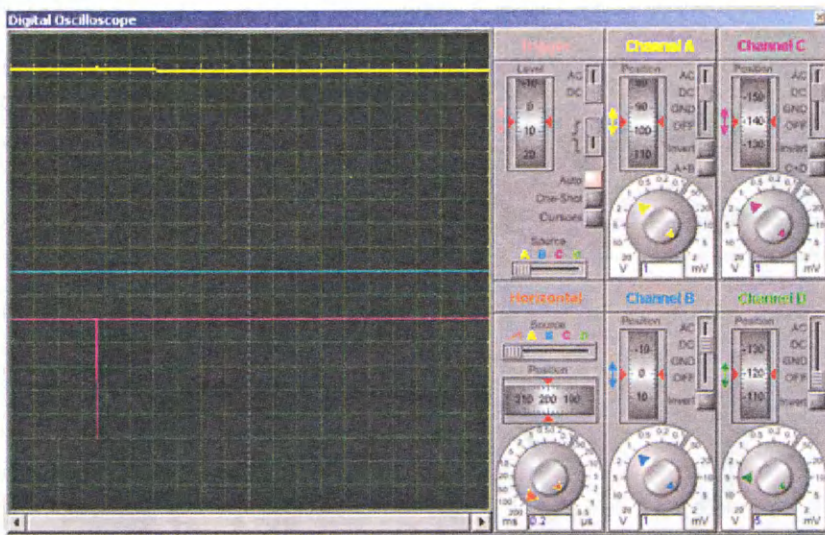


Рис. 5

C=0,033A/h
r=1,2ohm Li-ion

Рис. 6

При подаче на устройство питающего напряжения на ЖКИ выводится сообщение "BATTERY TESTER" (рис. 2). При подключении аккумулятора устройство определяет его наличие по остаточному напряжению и включает цикл зарядки и измерения (рис. 3). Далее происходит зарядка аккумулятора током около 300 мА. Причём она производит-

ся импульсами тока с малой скважностью (рис. 4). В паузах между импульсами микроконтроллер измеряет напряжение на аккумуляторе. На рис. 4 канал А (жёлтый) — напряжение на аккумуляторе, канал В (синий) — сигнал на линии RC2 микроконтроллера (управление цепью зарядки), канал С — сигнал на линии RC1 микроконтроллера

(управление цепью разрядки, в данном случае напряжение сигнала равно нулю).

Как только напряжение на аккумуляторе достигнет 4,2 В, устройство перейдёт в режим разрядки током около 200 мА (рис. 5). Когда начинается разрядка аккумулятора, включается отсчёт времени. Каждую секунду микроконтроллер измеряет напряжение на аккумуляторе. Как только напряжение на аккумуляторе уменьшится до 3,7 В, микроконтроллер производит расчёт внутреннего сопротивления, которое рассчитывается по формуле $R = dU/I$, где dU — разность напряжений на аккумуляторе под нагрузкой и без неё; I — ток, протекающий через аккумулятор под нагрузкой.

Как только напряжение на аккумуляторе уменьшится до 3,2 В, микроконтроллер произведёт расчёт ёмкости и внутреннего сопротивления аккумулятора. Далее устройство начнёт зарядку аккумулятора. После её окончания устройство прекратит подачу тока на аккумулятор и выдаст прерывистый звуковой сигнал. На ЖК-индикаторе будут отображаться значения ёмкости и внутреннего сопротивления аккумулятора (рис. 6).

Налаживание прибора сводится к установке необходимой яркости подсветки ЖКИ резистором R13 и контрастности изображения резистором R9.

Питание устройства осуществляется от стабилизированного блока питания 12 В, потребляемый устройством ток не превышает 250 мА.

ЛИТЕРАТУРА

1. PIC16F87XA Data Sheet 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers. — URL: <http://akizukidenshi.com/download/PIC16F87XA.pdf> (26.08.2021).
2. WH1602B-YYH-CTK. — URL: <http://www.avislab.com/blog/lcd/> (26.08.2021).

От редакции. Нех-файл для программирования микроконтроллера находится по адресу http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/bat_metr.zip на нашем FTP-сервере.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Для Вас, радиолюбители!

РАДИО элементы, наборы, материалы, корпуса — наложенным платежом.

Бесплатный каталог.

426072, г. Ижевск, а/я 1333.

ИП Зиннатов Р. К.

Тел. 8-912-443-11-24,

rtc-prometej@yandex.ru

Аппарат для контактной сварки

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Широкое распространение Li-Ion аккумуляторов, их доступность и лёгкость применения дали возможность замены устаревших батарей аккумуляторов. Но при этом возникла проблема их соединения в батареи, чтобы получить нужное напряжение. В промышленности аккумуляторы, как правило, соединяют в батареи никелевой лентой с помощью контактной сварки, но для этого надо иметь соответствующий аппарат. Можно аккумуляторы соединить и с помощью пайки, но это небезопасно — можно повредить их или устроить пожар. Можно, конечно, приобрести готовый аппарат для контактной сварки, но он стоит дорого, и это своего рода лотерея. Эксплуатация такого аппарата, приобретённого моим знакомым в Интернете, показала, что ведёт он себя не всегда адекватно, иногда сваривает нормально, а в большинстве случаев — только удовлетворительно.

аккумуляторной батареей, поскольку покупать её специально для сварочного аппарата слишком накладно, особенно для редких работ, к тому же она требует ухода. Поэтому аппарат был сделан на основе мощного трансформатора от СВЧ-печи мощностью 500...600 Вт. Этот вариант меня устроил больше всего, поскольку в этом случае всё зависит от меня.

Этот трансформатор потребовалось переделать. Как это сделать, можно с подробностями узнать в Интернете. Но коротко доработку проводя в следующей последовательности. Аккуратно спиливают вторичную обмотку с одного бока и остальную часть выбивают молотком. Обмотка оказалась намотана алюминиевым проводом — китайцы экономят на всём. Затем выбивают металлические перемычки и наматывают свою вторичную обмотку. Для неё был использован автомобильный провод АХ637 [1] с площадью сечения

зине. Обычно наматывают два витка этого провода, но у меня вошло три витка и осталось немного для подключения проводов к сварочной рукоятке (рис. 1), приобретённой в Интернете [2]. Внешний вид трансформатора с перемотанной вторичной обмоткой показан на рис. 2.



Рис. 1

В Интернете много информации о том, как самостоятельно изготовить аппарат для контактной сварки, но то, что предлагается, меня не устроило, а то, что было интересно, оказалось коммерческим предложением по принципу: купи готовую плату с программой и будет тебе счастье. Это мало отличается от лотереи, и не устраивает то, что от меня ничего не зависит.

Для изготовления аппарата для контактной сварки можно использовать несколько способов. Во-первых, на базе батареи суперконденсаторов. Я собрал такой аппарат на конденсаторах суммарной ёмкостью 3000 Ф, но возникли проблемы с коммутирующими транзисторами. В результате экспериментов большое их число вышло из строя. Дело в том, что приобрести настоящий полевой транзистор оказалось не просто, предлагаемые в Интернете транзисторы очень часто оказывались фальсификатом. При покупке транзисторов в отечественных магазинах аппарат становился золотым. Во-вторых, аппарат можно сделать на основе автомобильной аккумуляторной батареи, но после получения готовой платы оказалось, что она работает неустойчиво. Но осталась проблема с

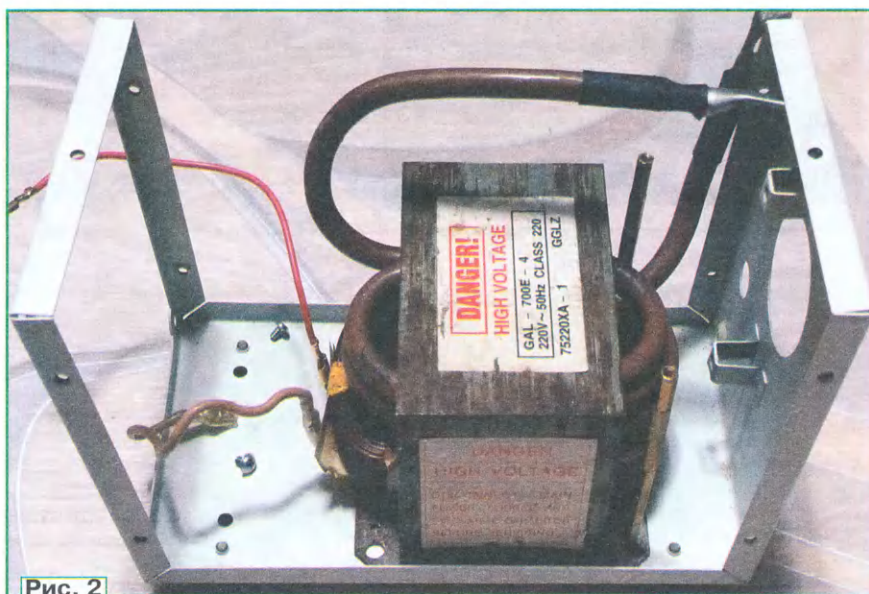


Рис. 2

16 мм² с наконечниками и длиной около 1 м, купленный в автомобильном мага-

жесткий, плохо гнётся, и им неудобно работать, а один провод сечением



Рис. 3

Сварочная рукоятка подключена двойным проводом сечением по 8 мм² и длиной 500 мм с напрессованными наконечниками, который также приобретён в том же автомагазине. Снаружи этот провод медный, а внутри — алюминиевый. Можно подключить проводом сечением 16 мм², но он слишком

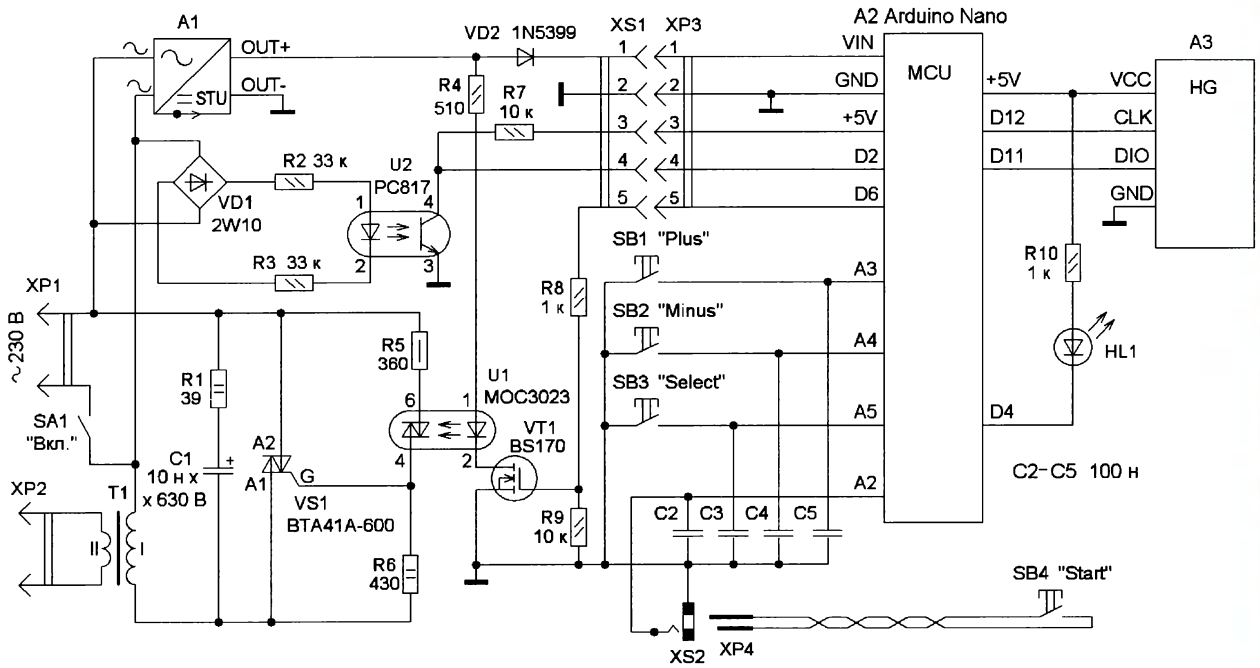


Рис. 4

8 мм² не обеспечивает требуемый ток при сварке. Для запуска процесса сварки была использована педаль (рис. 3), приобретённая в Интернете [3].

Схема аппарата показана на рис. 4. Он собран на популярном и дешёвом модуле Arduino Nano (A2) с индикацией на четырёхразрядном светодиодном дисплее — модуль A3 (рис. 5) [4]. Питается устройство от модуля A1, который преобразует переменное напряжение 230 В в постоянное стабилизированное напряжение 9 В. На диодном мосте VD1 и оптроне U2 собран датчик перехода переменного напряжения через ноль, резисторы R2 и R3 — токоограничивающие. На коллекторе фототранзистора оптрона U2 формируются короткие положительные импульсы при переходе сетевого напряжения через ноль, два импульса на один период. Осциллограмма этих сигналов показана на рис. 6. Датчик обнаружения перехода переменного напряжения через ноль нужен для синхронизации включения симистора VS1. Чтобы он включался на пике полуволны, в программе Arduino Nano сделана регулируемая задержка от 1 до 5 мс для изменения времени задержки его включения. Включается симистор VS1 симисторным оптроном U1 MOC3023 без узла детектора ноля. Обратите внимание, что оптрон MOC3063 и аналогичный, в котором присутствует детектор ноля, использовать нельзя.

При включении устройства происходит инициализация микроконтроллера и дисплея на модуле A3, после этого микроконтроллер читает данные из EEPROM, выводит данные на дисплей и переходит в режим ожидания действий оператора. Устройство управляется тремя кнопками SB1—SB3 "Plus", "Minus" и "Select" и педалью SB4 включения режима сварки "Start".



Рис. 5

Опрос кнопок и педали производится каждые 50 мс по прерыванию от таймера 1 микроконтроллера, также по прерыванию таймера 1 производится обновление информации на дисплее. При включении по умолчанию на дисплей выводится в первый разряд информация о числе импульсов сварки, второй разряд погашен (не используется), в третий и четвёртый разряды выводится информация о времени включения симистора в миллисекундах. Кнопкой "Select" можно переключать изме-

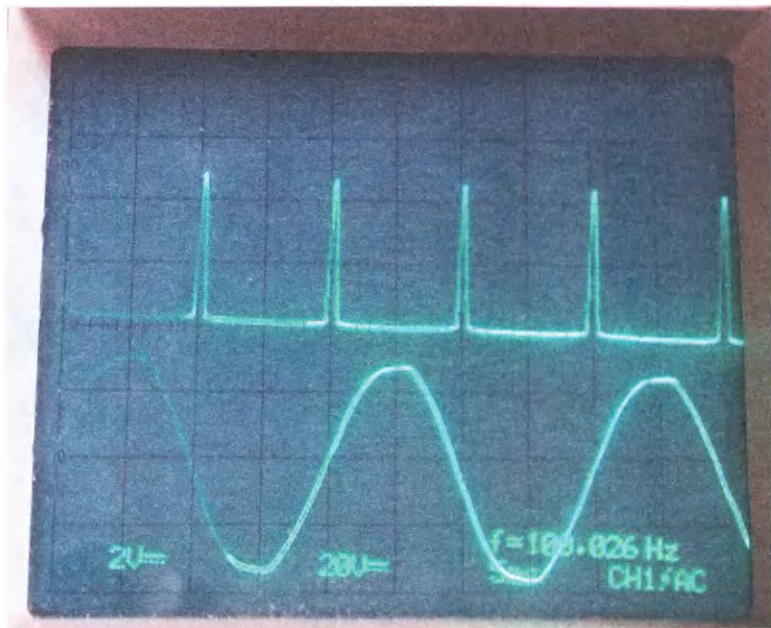


Рис. 6



Рис. 7

няемый параметр по кольцу, при первом нажатии можно изменить время прожига 1...99 мс, при втором нажатии число импульсов прожига — 1 или 2, при третьем нажатии — время задержки включения прожига от 1 до 5 мс. Следующее нажатие выводит на дисплей изменённые значения числа импульсов и времени прожига. Изменяют выбранный параметр нажатием на кнопки SB1 "Plus" или SB2 "Minus". Для сохранения этих параметров надо нажать на кнопку SB3 "Select" на 5 с. О сохранении в EEPROM информирует светодиод HL1, который включается на 1 с.

Включение симистра VS1 происходит по сигналу от датчика ноля, который поступает на вход микроконтроллера D2, работающий по прерыванию. При нажатии на кнопку (педаль) SB4 "Start" устанавливается время прожига и включается режим прерывания по входу D2, как только датчик ноля выдаст положительный импульс, микроконтроллер выходит из основной программы и обрабатывает прерывание, задерживает время включения симистора и потом включает симистор на пике сетевого напряжения. После этого отключает режим прерывания по входу D2 и переходит к выполнению основной программы и отключает симистор после истечения времени включения прожига. Если установлены два импульса прожига, второй импульс появляется через 1 с после первого импульса. Кнопка (педаль) SB4 "Start" блокируется после нажатия, разблокируется после отпущения.

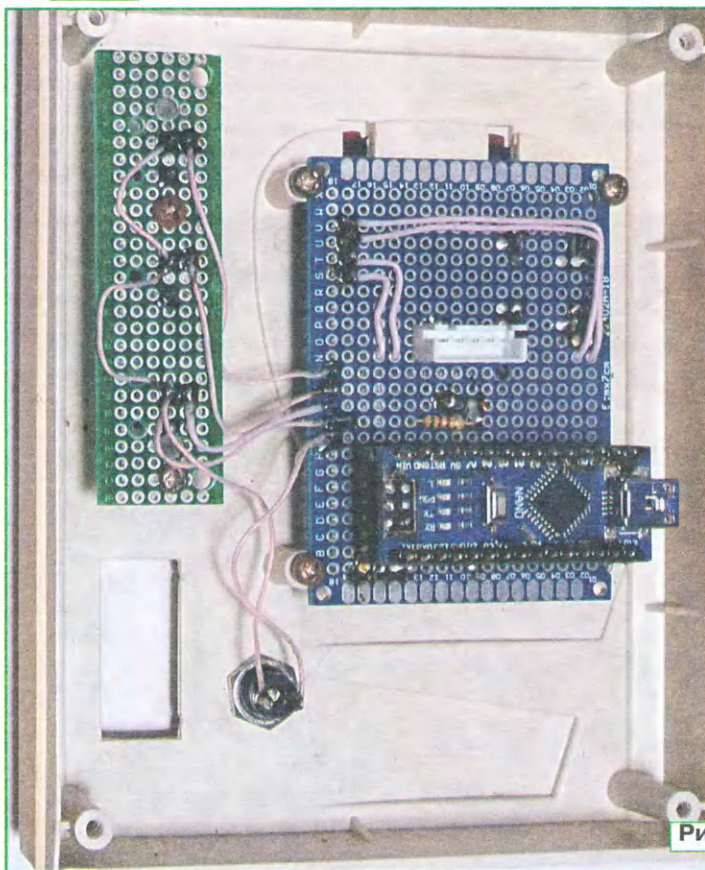


Рис. 8

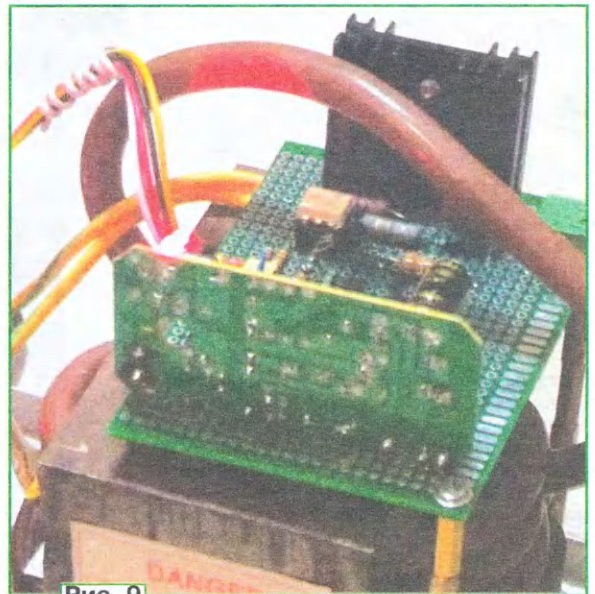


Рис. 9

Собрано устройство (рис. 7) в корпусе от стабилизатора переменного напряжения мощностью 1 кВт СТАР-1000 от фирмы СТАБИК. В авторском варианте большинство деталей установлены на трёх макетных печатных платах: управления, коммутации и силовой. Платы коммутации и управления размещены на передней пластмассовой

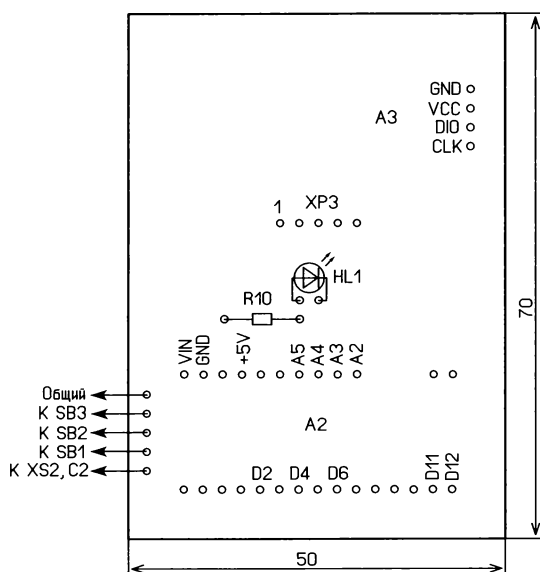
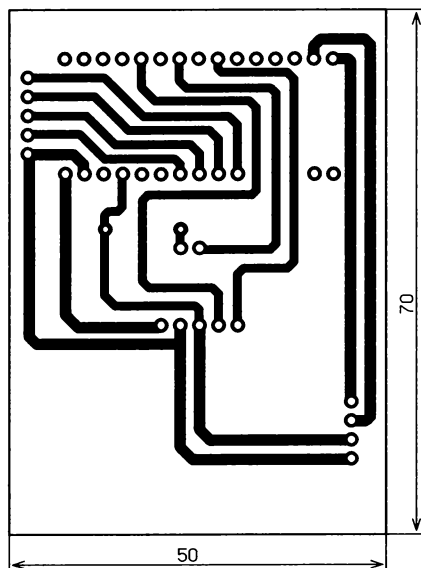


Рис. 10

панели аппарата (рис. 8). Силовая плата установлена на стойках над трансформатором (рис. 9).

Для изготовления плат можно использовать односторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы управления показан на рис. 10, платы коммутации — на рис. 11, а силовой платы — на рис. 12.

Платы рассчитаны на применение резисторов МЛТ, оксидных конденсаторов К50-35, плёночных — К73-17 или аналогов иностранного производства, светодиод HL1 — любого свечения диаметром 3 мм. Гнездо и вилка для подключения педали могут быть любые подходящие. Модуль A1 — плата из блока питания 9 В/1 А (рис. 13), приобретённого в Интернете [5]. Монтаж между платами разведён проводом МГТФ. Симистор установлен на теплоотвод. Корпус можно применить любой

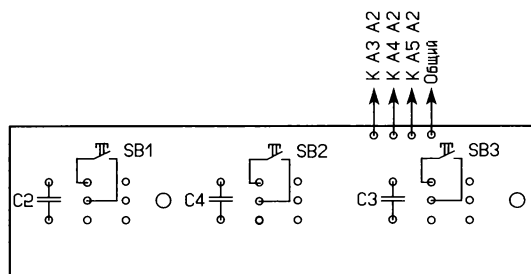
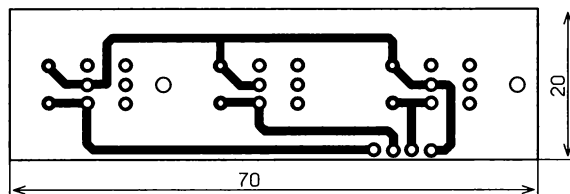


Рис. 11

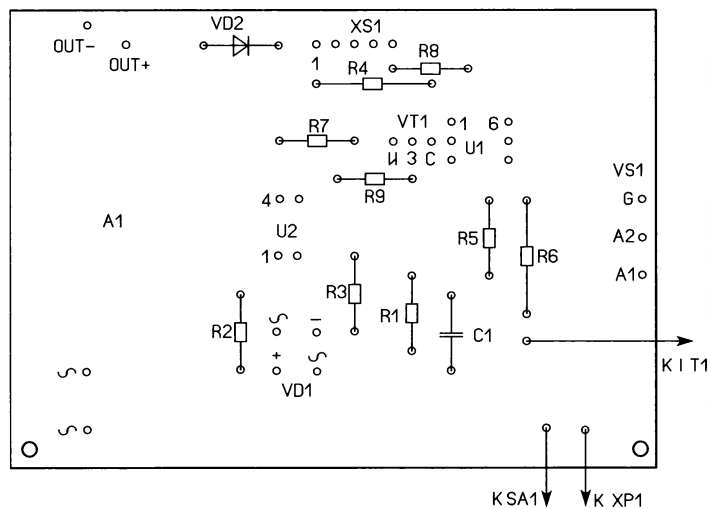
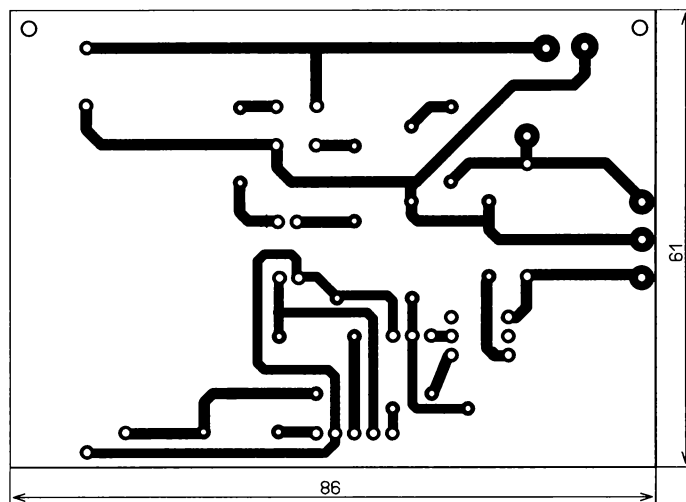


Рис. 12



Рис. 13

подходящего размера, желательно, чтобы крышка была не металлическая, поскольку при сварке трансформатор создаёт сильное магнитное поле и крышка дребезжит. Все библиотеки, которые применены в программах, можно загрузить с сайта GitHub (<https://github.com/ru-doc>).

Налаживания устройство не требует, если оно собрано без ошибок, после сборки устройство сразу начинает

работать. При первом включении и программировании данные внести надо в EEPROM микроконтроллера, изменив в скетче, в функции SETUP перед строкой EEPROM_Read(); разблокировать строку EEPROM_Write();, и после программирования и запуска программы заблокировать эту строку и снова прошить Arduino Nano либо с помощью кнопки в блоке управления установить свои параметры и записать их в EEPROM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Провод аккумуляторной батареи с наконечниками диам. 8 мм, L = 1100 мм. — URL: https://cargen.ru/catalog/2_akkumulyatornyye_provoda_universalnye_provoda_akk_secheniem_16_mm/18445/ (04.09.21).
2. Автоматическая ручка для точечной сварки. — URL: <https://www.aliexpress.com/item/33051004051.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.27424c4d9v9sal> (04.09.21).
3. Металлическая электрическая ножная педаль-переключатель. — URL: <https://www.aliexpress.com/item/32970094427.html?s>

pm=2114.13010708.0.0.3a994c4dKjfyT (04.09.21).

4. Модуль светодиодного дисплея TM1637. — URL: https://www.aliexpress.com/item/1005001770326345.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.3af64538P4r1Z&algo_pvid=59d0f521-6433-4c24-8622-d9d72c12a6c5&algo_exp_id=59d0f521-6433-4c24-8622-d9d72c12a6c5-0 (04.09.21).

5. Адаптер питания постоянного тока 9 В, 1 А. — URL: https://www.aliexpress.com/item/32874851834.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.1f915486RcIYFN&algo_pvid=dd3f018c-4998-4a7f-9eb2-a4d7bec5b060&algo_exp_id=dd3f018c-4998-4a7f-9eb2-a4d7bec5b060-2 (04.09.21).

От редакции. Скетчи для Arduino Nano, чертежи печатных плат в программе Sprint-Layout и видео, иллюстрирующее работу аппарата, находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/apparat.zip> на нашем FTP-сервере.

Симулятор резольвера

Ю. БУЛЫЧЕВ, г. Омск

Современное промышленное оборудование крайне редко обходится без сервоприводов, под которыми обычно понимают электрический привод с обратной связью по положению и/или по скорости. Наиболее распространены в промышленности комплектные приводы переменного тока, состоящие из электронного блока управления (сервоусилителя) и сервомотора, которые позволяют осуществлять прецизионное управление скоростью вращения вала, развиваемым двигателем на валу моментом и угловым положением вала. В качестве датчика обратной связи до сих пор часто используется так называемый резольвер — вращающийся трансформатор, представляющий собой электрическую микромашину переменного тока, предназначенную для преобразования угла поворота в электрическое напряжение [1], амплитуда которого пропорциональна или является функцией (чаще всего, синус или косинус) угла (рис. 1).

Типовым способом подключения резольвера является подача на его роторную обмотку R опорного синусоидального напряжения частотой 1...20 кГц и последующего считывания с обмоток S1 и S2 сигналов с целью пересчёта их в точное показание текущего угла и/или результатов его обработки в последующих вычислениях. Видеооролки [2] на взгляд автора, очень хорошо демонстрируют для данного случая верность поговорки "лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать".

Управление серводвигателем требует точной сбалансированности его параметров, в числе первых из которых находится соответствие двигателя и резольвера, и, скорее всего, именно по этой причине серводвигатели без резольвера не поставляются и мотор+резольвер представляют собой единую конструкцию. Этот факт создаёт оче-

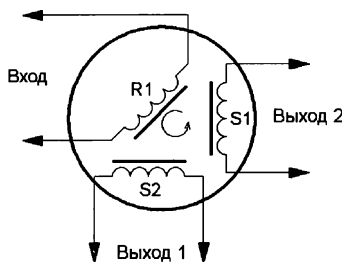


Рис. 1

видное неудобство при ремонте сервоусилителя. Его программа контролирует, в первую очередь, датчик обратной связи и при его отсутствии просто не даст разрешения на включение сервоусилителя на рабочий режим, а без него проверка работоспособности сервоусилителя не имеет смысла. Причём, если сам двигатель в целях проверки можно заменить (например, лампами

накаливания или обычным асинхронным двигателем), то заменить резольвер оказывается просто нечем. Конечно, выпускаются симуляторы резольверов, но это весьма дорогостоящие лабораторные приборы, приобретение которых в ремонтных целях экономически нецелесообразно. В результате остаётся один выход — вместе с сервоусилителем снимать и двигатель, а с ними и соединительные кабели ввиду уникальности разъёмов, что и сложно, и дорого, а бывает, что и невозможно.

Описанный в статье симулятор резольвера не является измерительным прибором, его назначение — подключение к проверяемому после ремонта сервоусилителю вместо резольвера в целях проверки исправности отремонтированного сервоусилителя. Конечно, такая проверка не имеет отношения к тестовым испытаниям, но в значительной степени гарантирует, что система управления работать будет, а значит, что и установка сервоусилителя на оборудование целесообразна.

Особенностью проведённой разработки является значительная неопределённость технического задания, поскольку сервосистем в мире выпускается множество и чётких стандартов для них не предусмотрено, существуют только некие общие традиции, с которыми на основе своего личного опыта знаком и автор. Поэтому приходится исходить из решения задачи "в лоб", а именно — симулятор по своим функциям должен максимально соответствовать механическому вращающемуся трансформатору. Это означает следующее:

— входным сигналом симулятора может быть только сигнал, выдаваемый сервоусилителем на резольвер;

— качество выдаваемых симулятором сигналов должно быть максимально высоким. Под качеством здесь пони-

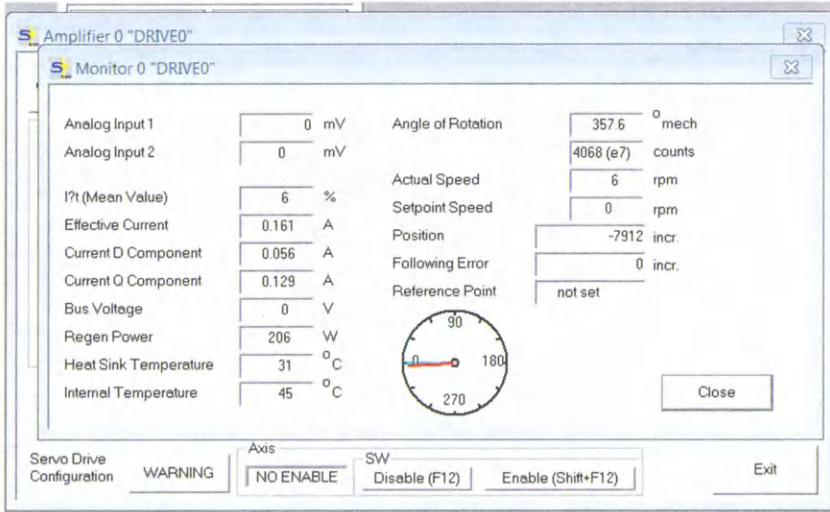


Рис. 4

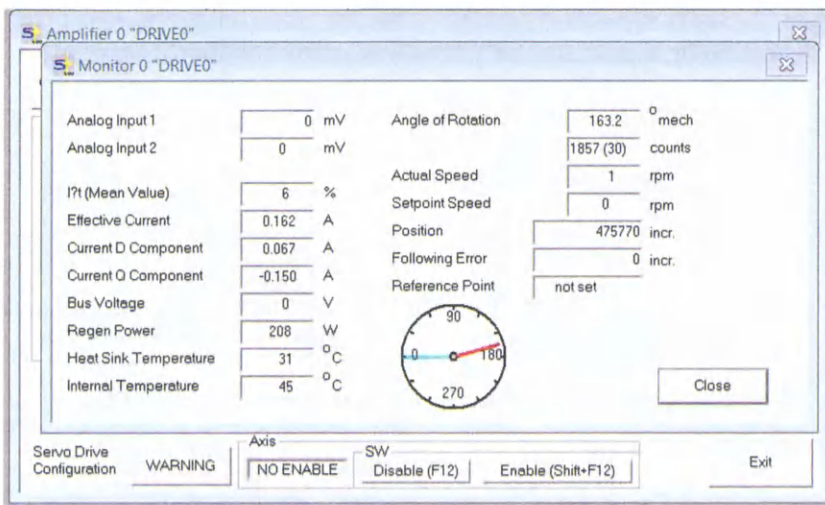


Рис. 5

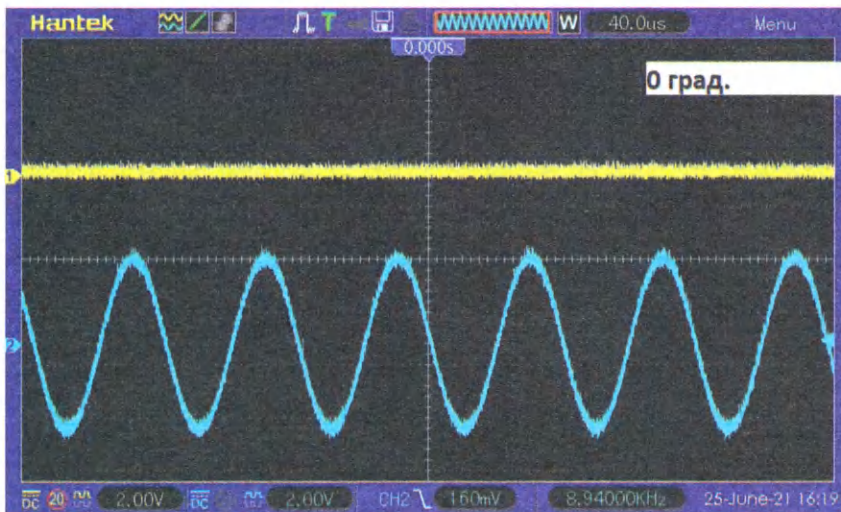


Рис. 6

ти у МК ESP32 для такого способа достаточно.

Такая ситуация предполагает отказ от любых посторонних длительных операций для МК, особенно тех, которые используют прерывания. Последнее связано с тем, что любое прерывание в процессе аудиопреобразования приводит как минимум к сдвигу выходного сигнала по фазе на один буфер, а это, в свою очередь, вызывает ошибку сервоусилителя, так как для него мгновенные "прыжки" фазы являются признаком аварии резольвера.

В результате получаем проблему датчика угла поворота вала резольвера. Задача эта, конечно, решается, но её сложность становится неоправданной цели применения прибора. Поэтому автор в данном случае предпочёл обойтись минимумом, а именно двумя кнопками "<<<" (больше) и ">>>" (меньше). Тем не менее в скетче для МК существует возможность для пользователя применять иные способы задания и/или индикации угла поворота вала.

Схема прибора показана на рис. 2. Так как ассортимент сервоприводов слишком широк, автор считает достаточным рассмотреть применение прибора для конкретного сервоусилителя Beckhoff AX2003. Этот сервоусилитель выдаёт на резольвер синусоидальный сигнал частотой 16 кГц с размахом 15 В, поэтому на входе установлен подстроечный резистор R1, снижающий амплитуду входного сигнала до 2,8 В, стабилитроны VD1 и VD2 предназначены для защиты входа АЦП от опасного для него превышения входного напряжения. Применены постоянные резисторы МЛТ, подстроечный — 3296W, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — плёночные или керамические.

Выходной сигнал ЦАП имеет амплитуду около 5 В, и этого уровня оказалось достаточно для того, чтобы сервоусилитель воспринимал выходные сигналы симулятора как "родные". Автор полагает, что это вовсе не исключение из общего правила, поскольку у всех встречавшихся ему сервоусилителей входные каскады для усиления сигналов с выходов резольвера выполнены по схеме, аналогичной показанной на рис. 3.

В устройстве применено питание от USB ПК, однако при выборе такого метода электропитания симулятора надо иметь в виду его низкую стабильность, что может негативно сказаться на микросхемах РСМ, для которых предусмотрены два напряжения питания — 3,3 В и 5 В.

На рис. 4 показан скриншот штатной для сервоусилителя управляющей программы Drive, которая обеспечивает работу ПК с этим сервоусилителем. На скриншоте отчётливо видно, что угол поворота вала резольвера индицируется не как установленный в программе МК 0 градусов, а как 357,6 градуса. Эта разница в 2,4 градуса образуется за счёт естественной задержки входного сигнала при АЦП и ЦАП преобразования, ведь нагрузка обработанного МК сигнала в ЦАП осуществляется после окончания его получения АЦП.

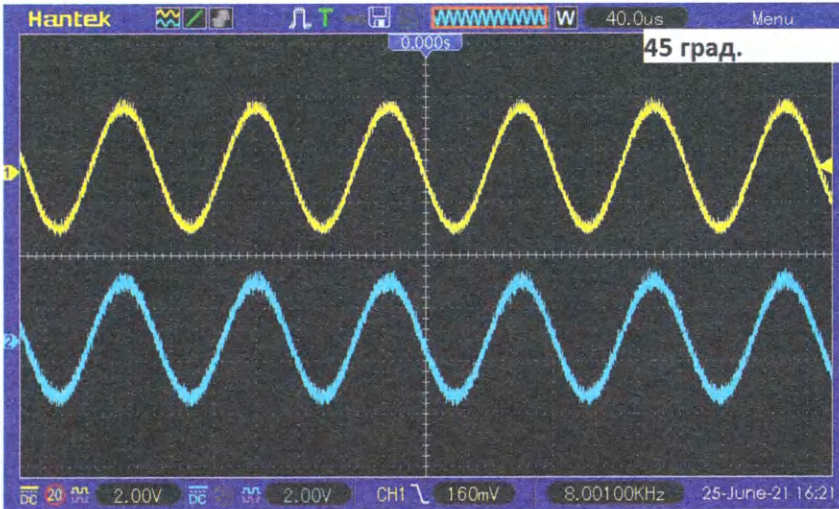


Рис. 7

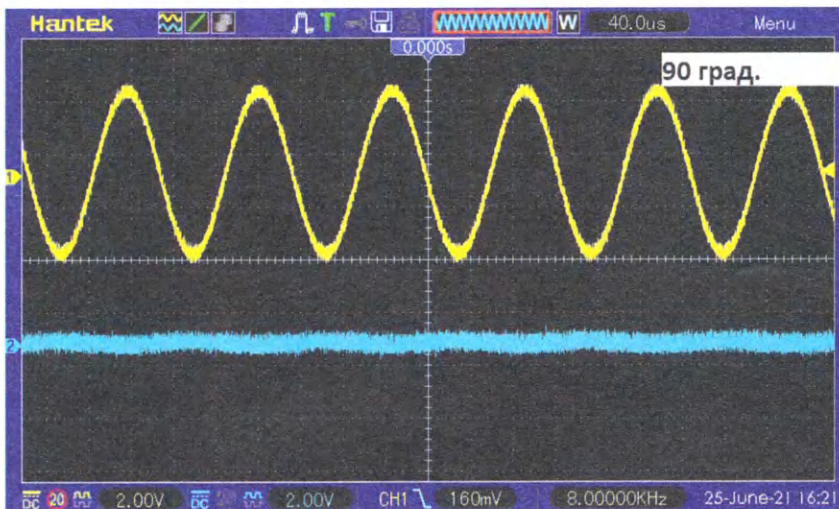


Рис. 8

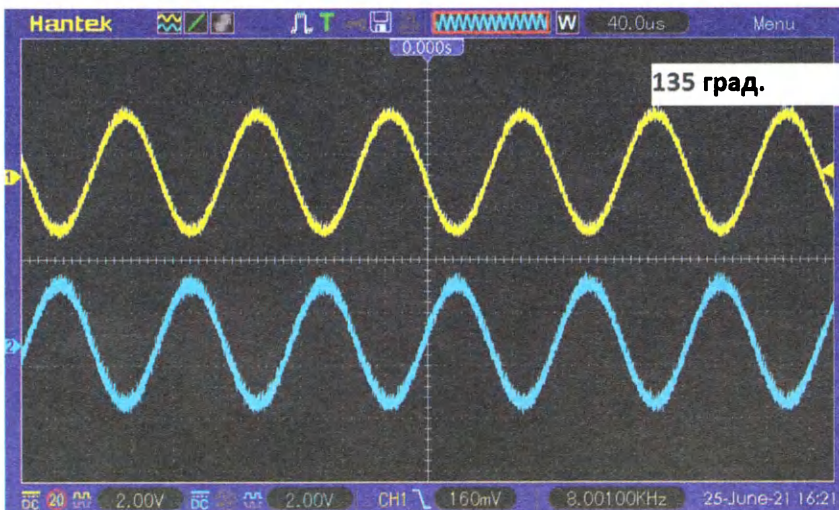


Рис. 9

Указанное расхождение задания и показаний в заявленных целях применения прибора, по мнению автора, некритично, так как оно не вызывает срабатывание системы защиты сервоусилителя по качеству сигнала с резольвера. Мало того, его можно предусмотреть в программе МК путём ввода соответствующей коррекции. На рис. 5 показан аналогичный скриншот для угла поворота более 0 градуса, установленного кнопками SB1 или SB2.

Любопытно, что полярность входных сигналов применённого для тестирования сервоусилителя оказалась отличной от общепринятой, но тем не менее не вызвало ошибок. Вместо них при неправильном подключении, например, индцировался не 0 градусов (357,6 градуса в данном случае), а 90 градусов, или при увеличении угла поворота происходило его уменьшение. По мнению автора, такого рода расхождения для целей применения прибора не имеют значения, так как при управлении углом важны не значения полученных углов, а поведение сервоусилителя в динамике.

На рис. 6—рис. 9 показаны осциллограммы выходных сигналов симулятора, жёлтым цветом — \sin , синим — \cos . На них продемонстрировано изменение фаз выходных сигналов в зависимости от угла поворота вала симулятора резольвера.

Автор выражает искреннюю признательность компании **Fimtec GmbH** за предоставление оборудования для тестирования симулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резольвер, принцип работы. — URL: <https://volgaelectroservice.ru/pages/articles/resolvers.html> (21.08.21).
2. Resolver. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=qCU8b8vo2qE/> (21.08.21).
3. Булычев Ю. Симулятор терморпар. — Радио, 2021 г., № 9, с. 9—11.
4. I2S Sound Tutorial for ESP32. — URL: <https://diyi0t.com/i2s-sound-tutorial-for-esp32/> (21.08.21).
5. PCM5102A audio DAC. — URL: http://www.pavouk.org/hw/audiosystem20/en_pcm5102dac.html/ (21.08.21).

От редакции. Скетч для программирования микроконтроллера находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/res.zip> на нашем FTP-сервере.

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

граммировать МК с помощью нескольких программ, таких как AVRDUDE_PROG, UniProg и Algorithm Builder. Если одна из программ не поддерживает используемый МК, то его можно без труда "прошить" с помощью другой программы. Например, как в случае с МК ATtiny12.

Схема универсального адаптера представлена на рис. 1. Он содержит несколько DIP-панелей. Панель XS1 — восемь выводов, XS6 — 14 выводов, XS5 и XS7 — 20 выводов, XS2 — 28 выводов и XS3, XS4 — 40 выводов. Все они объединены между собой параллельно по питанию, линиям программиро-

для использования RC-цепи устанавливаются переключатель S2, а если же исполь-

Схема задающего генератора выполнена по схеме Пирса [1] на транзисторе VT1, кварцевом резонаторе ZQ1, элементах R1, R3, C1 и C2. Этот генератор устойчиво работает в диапазоне частот 1...20 МГц. Кварцевый резонатор ZQ1 может быть из этого диапазона частот. Налаживание генератора заключается в подборе резистора R3 по устойчивому запуску генератора. Работу генератора контролируют осциллографом.

Второй вариант тактирования для некоторых

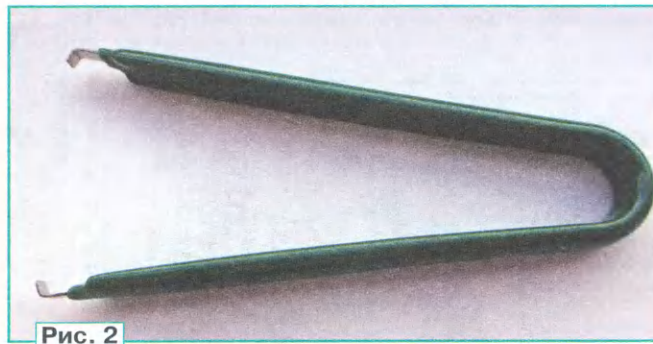


Рис. 2

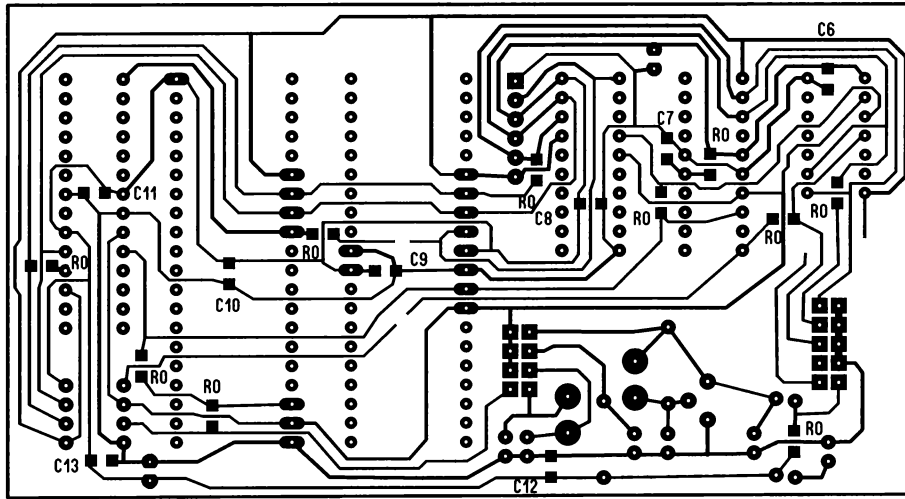


Рис. 3

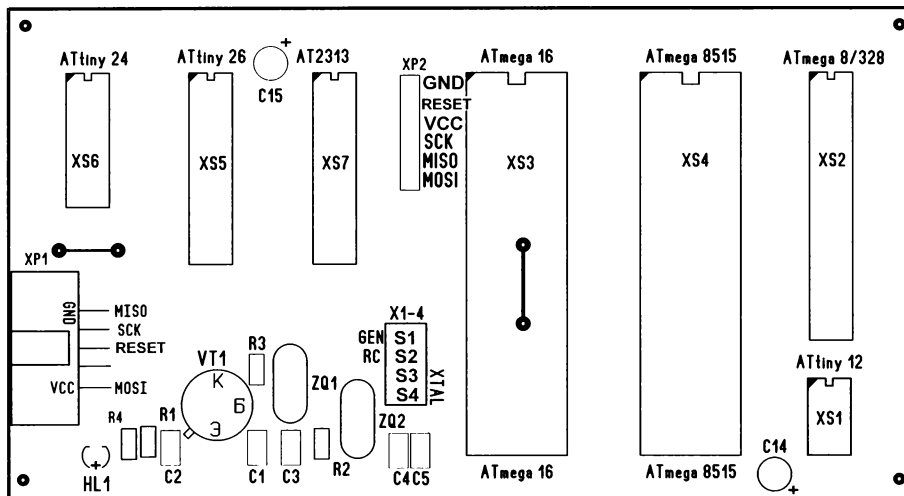


Рис. 4

вания и тактовым сигналам. Внешние частотозадающие элементы коммутируются переключателями S1—S4. Если нужно использовать внешний генератор, устанавливают переключатель S1,

устанавливают переключатель S2, а если же используется внешний кварцевый резонатор, устанавливают переключатели S3 и S4. Цепь индикации напряжения +5 В выполнена на светодиоде HL1 и резисторе R4.

типов МК — от внешней RC-цепи. Для этого предусмотрены элементы R2 и C3. Номиналы этих элементов можно рассчитать, используя формулу $f = 1/(3RC)$ [2], где R — сопротивление

резистора R2 в омах; C — ёмкость конденсатора C3 в фарадах; f — частота в герцах. Номиналы задающей цепи R2C3 в авторском варианте подобраны для частоты около 8 МГц.

саторы C1—C5 — керамические выводные КД1 или импортные, конденсаторы C6—C13 — керамические для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Оксидные конденсаторы C14 и C15 могут

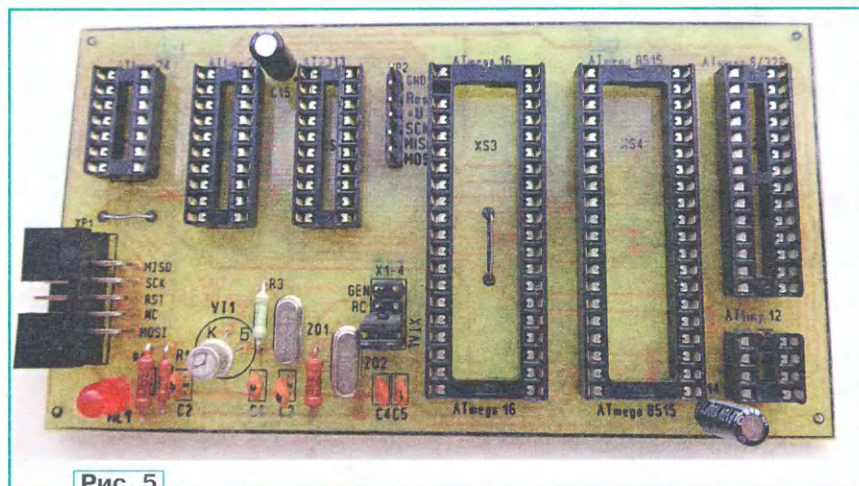


Рис. 5

Третий вариант тактирования выполнен по стандартной схеме на элементах ZQ2, C4 и C5 [2].

Для изъятия микросхем из панелей адаптера очень удобно пользоваться специальным экстрактором для микросхем в DIP-корпусах (рис. 2). Микросхемы в узких корпусах с его помощью вынимаются без проблем. Главное, чтобы при установке МК оставить зазор в 1 мм между его корпусом и панелью. Для уменьшения усилия извлечения МК в больших корпусах можно удалить неиспользуемые контакты из панелей XS3 и XS4.

Печатная плата адаптера размерами 120×65 мм выполнена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертеж печатной платы представлен на рис. 3. Он адаптирован под известную технологию ЛУТ и выполнен в безплатной программе SprintLayout6. На плате присутствуют две проволочные перемычки, установленные со стороны панелей, и десять SMD-перемычек типоразмера 1206, которые обозначены на рис. 3 как R0. Слой "медь верх" не используется и не печатается. Он служит только для справочного обозначения SMD компонентов на нижней части платы при монтаже. Расположение панелей и других деталей на плате показано на рис. 4.

В качестве панелек адаптера использованы панели серии SCL (с шагом 2,54 мм) на 8, 14, 20, 28 и 40 выводов. Разъём XP1 — двухрядная угловая вилка типа VH10R на десять выводов, XP2 — однорядная вилка PLS-6 на шесть выводов. Для установки перемычек S1—S4 использован двухрядный штыревой разъём PLD-8 на плату. Сами перемычки (джамперы) — серии 4.5hb(2mm), они имеют хвостовик, за который их удобно брать. Транзистор KT316Б заменим транзистором KT368Б или импортным аналогом 2N2475, 2N2784. Можно применить и транзистор KT315Б. Кварцевые резонаторы — КХ-3НТ или любые другие в корпусе HC-49s. Конден-

баты любые ёмкостью 47...100 мкФ на напряжение 6,3 или 10 В. Светодиод — любой маломощный красного свечения, например L-53SRD-F. Выводные резисторы — МЛТ, C2-23. Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 5.

Кроме настройки задающего генератора, адаптер в налаживании не нуждается. Желательно перед монтажом проверить плату на отсутствие замыканий и обрывов.

Работа с адаптером предельно проста — устанавливаете МК в соответствующую его типу панель, устанавливаете перемычками вариант задания тактового сигнала и подключаете программатор. Все вышеперечисленные МК уверенно работают на тактовой частоте 8 МГц. Проблемы возникли с МК ATtiny12, у которого верхняя граница тактовой частоты ограничена частотой 4 МГц. Вдобавок он не поддерживается программой AVRDUDE_PROG. Поэтому пришлось заменить кварцевый резонатор ZQ2 на частоту 4 МГц. При работе же от внешнего генератора частотой 8 МГц МК ATtiny12 уверенно распознавался программатором Громова. МК ATtiny12V с диапазоном тактовых частот до 1,2 МГц на этом адаптере не программировался.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ввод тактовых сигналов для микроконтроллера. — URL: https://m.qrz.ru/schemes/contribute/microcontrollers/vvod_taktovyyh_signalov_dla_mikrokontrollera.html (11.08.21).
2. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы Atmel, 5-е изд., стер. — М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2008.

От редакции. Чертеж платы в форматах *brp* и *SprintLayout6* в авторском исполнении находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/prog.zip> на нашем FTP-сервере.

Вышли в свет новые книги



Пескин А. Е.,
Смирнов А. В.,
Тюхтин М. Ф.

Телевидение и Интернет / Под ред. канд. техн. наук А. В. Болобанова. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020. — 340 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0875-8.

Рассмотрены общие принципы и тенденции развития телевизионного (ТВ) вещания в сети Интернет, технические и организационные аспекты передачи ТВ программ в ней, основные виды и технологии доставки ТВ контента через сеть Интернет, основополагающие цифровые ТВ технологии, которые используются при такой доставке, и многое другое. Приведено описание компонентов инфраструктуры, которые необходимо иметь оператору, предоставляющему услуги доставки ТВ контента абоненту, а также рассказано об организации такой доставки. Уделено внимание практическим вопросам использования доступа телезрителя к ТВ контенту через сеть Интернет и способом создания домашних (локальных) сетей.

Для специалистов, студентов соответствующих направлений вузов и ссузов, слушателей курсов повышения квалификации и переподготовки специалистов. Представляет значительный интерес для всех, кто впервые знакомится с этой увлекательной сферой техники и желает самостоятельно к ней приобщиться.



Каганов В. И.

Солнечная энергетика. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021. — 60 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0868-0.

Приведены сведения о внешнем фотоэффекте, параметрах и характеристиках крем-

ниевых солнечных батарей, о солнечных электростанциях, роль которых в современном мире постоянно возрастает. Рассмотрен новый способ повышения мощности и КПД солнечных батарей при пониженном солнечном излучении. Обсуждается принцип построения солнечно-космических электростанций — проект будущего.

Для широкого круга читателей, будет полезна студентам и аспирантам вузов, обучающимся по соответствующим направлениям.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Юбилей ветерана!

Георгий ЧЛИЯНЦ (UУ5ХЕ), г. Львов, Украина

14 августа 2021 г. **Геннадий Григорьевич Шульгин (RZ3CC)** отметил своё 80-летие!

Он начал заниматься радиолюбительством в Пятигорске в середине 50-х годов прошлого столетия на школьной радиостанции UA6KEA. Занимал призовые места в соревнованиях по "Приёму и передаче радиogramм".

В 1957 г. Геннадий Григорьевич получил свой первый позывной — RA6FAD для работы на диапазоне 38...40 МГц. А через несколько лет стал полноправным коротковолновиком — UA6FN.

После окончания школы Г. Г. Шульгин поступил в Новосибирский электротехнический институт связи, стал оператором UA9KON и мастером спорта СССР. В 1965 г. по распределению после окончания института он был направлен в Алтайское управление лесного хозяйства. Получил позывной UA9YX.

Затем Геннадий Григорьевич был призван на воинскую службу на флот.

После демобилизации он приехал в Москву, пошёл получать позывной, но свободных "коротких" позывных не было, и ему предложили выбрать любой из свободных шестизначных. Он выбрал UA3ACM, который имел красивое звучание телеграфом и легко принимался его корреспондентом на различных скоростях.

В 1975 г. Г. Г. Шульгин заменил в радиолaborатории журнала "Радио" Юрия Кудрявцева (UW3DI), который перешёл работать в одну из японских фирм.

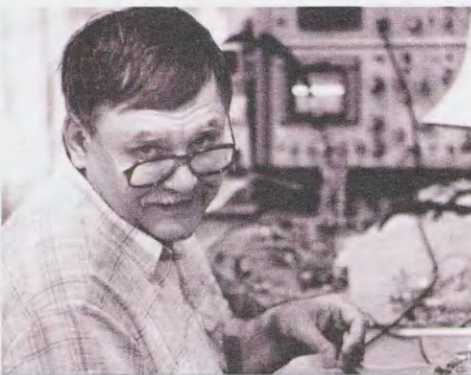
За время работы в редакции им были опубликованы десятки различных статей. В соавторстве с Борисом Степановым (UW3AX, позже — RU3AX) были созданы две популярные конструкции трансиверов — "Радио-76" и "Радио-76M2" (1983 г.). В 1980 г. Геннадий Григорьевич принимал участие в организации серийного производства наборов на основе трансивера "Радио-76" для сборки трансивера "Электроника-Контур-80" и радиоприёмника "Электроника-160RX".

В 1981—1985 гг. он был неизменным судьёй по технике Всесоюзных очно-заочных соревнований по радиосвязи на KB на призы журнала "Радио".

В 1986 г. позывной UA3ACM был изменён на UZ3AU. Став судьёй всесоюзной

категории, Г. Г. Шульгин в 1986—1990 гг. был заместителем главного судьи вышеуказанных соревнований, которые получили статус чемпионатов СССР, а в 1991 г. — заместителем главного судьи Всесоюзных соревнований "Звёзды KB эфира" на призы журнала "Радио", последних очно-заочных соревнований по радиосвязи в рамках той страны.

Геннадий Григорьевич несколько раз принимал участие в интересных экспедициях: R1P (1980 г. — Новая Земля, экспедиция Дмитрия Кравченко по поиску следов третьей экспедиции в 1596 г. Виллема Баренца), 4J1FS (1988 г. и 1989 г. — советско-финские экспедиции на о. Малый Высоцкий), US0SU (1989 г. и 1992 г. — советско-американские экспедиции в Певек и на о. Айон).



Геннадий Григорьевич Шульгин в радиолaborатории редакции журнала "Радио", середина 70-х годов прошлого столетия.

Вместе с Борисом Степановым он стоял у истоков создания в Звёздном городке любительской коллективной радиостанции RK3DZB (ныне — RT3F). Знаком со многими космонавтами тех лет.

Г. Г. Шульгин старался не пропускать участия в радиолюбительских фестивалях и встречах (Ленинград, Домodedово, подмосковные встречи москвичей и многие другие), на которых был всегда в центре внимания. Особенно много их собралось около его шашлычницы. Жарить шашлыки ему всегда помогала его супруга Евгения.



Геннадий Григорьевич Шульгин, 1991 г.

Геннадий Григорьевич выезжал в места стихийных бедствий по ликвидации последствий катастроф: Чернобыль (1986 г.), Ленинанкан (1988 г.) и Иран (1991 г. — EP2/UZ3AU).

Указом Президента СССР от 13.09.1990 г. за мужество и самоотверженные действия, проявленные при ликвидации последствий землетрясения в Армянской ССР, он был награждён орденом "За личное мужество".

В 1992 г. Геннадий Григорьевич уволился из редакции и стал официальным представителем фирмы ICOM в Москве, а по заказу московской фирмы РКК занимался реализацией её технических проектов.

А учитывая его знания схем импортных трансиверов, к нему стали обращаться с просьбой ремонта коротковолновиков многих регионов. Следует отметить, что через его руки прошло свыше четырёх тысяч аппаратов различных фирм.

В 2018 г. Национальной Академией исследований и открытий "Русский путешественник" Г. Г. Шульгин был награждён памятной медалью им. Э. Т. Кренкеля "За выдающийся мировой вклад в развитие радиолюбительского движения" (медаль под № 2).

В ноябре 2018 г. Геннадий Григорьевич Шульгин был награждён медалью Российского союза спасателей "Участник ликвидации последствий землетрясения. Армения 1988 г."

Несмотря на перенесённые три инфаркта, COVID-19, регулярные и болезненные процедуры диализа, Геннадий Григорьевич полон оптимизма!

Так держать, мой дорогой друг!

Николай Фёдорович Купревич (11RA) — один из первых коротковолнников Сибири

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008, 304 с.) и по радиоловительским журналам разных лет.

В февральском номере журнала "Радио Всем" за 1927 г. [1] под № 5 был приведён позывной 11RA, который принадлежал Николаю Фёдоровичу Купревичу, проживавшему в г. Омске на ул. Воздвиженской (ныне — ул. Рабиновича) в д. 51. Мощность его передатчика — до 10 Вт, длина волны — 70 м.

Первой его конструкцией был передатчик, собранный во второй половине 1926 г. по схеме TPTG (сокращённо от Tuned-Plate Tuned-Grid) на двух лампах ГИ13 производства Нижегородской радиолоборатории. Напряжение на аноде ламп было около 2000 В. Выпрямление осуществлялось синхронным мотором, на оси которого были укреплены вращающиеся щётки, скользящие по коллектору, к которому подводилось высокое напряжение. Мотор был переделан из старой динамо-машины. Ток в антенне (длина — 27 м, высота подвеса — 10 м), возбуждаемый на третьей гармонике, — 1,2 А.

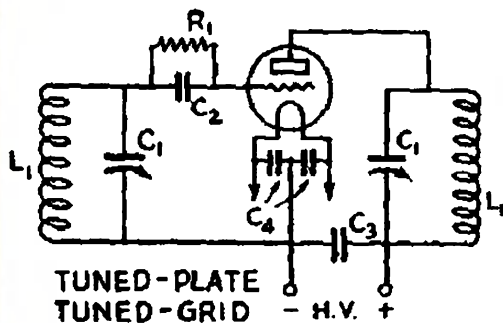


Схема передатчика TPTG.

В 1927 г. им был изготовлен АМ-передатчик с независимым возбуждением (на выходе были применены две лампы ГИ13, а в возбудителе — лампы УТ15). Из его квартиры на этом передатчике проводились первые опыты радиовещания для населения Омска, а также опыты по трансляции передач московской радиостанции им. Коминтерна.

Николай Купревич был организатором строительства в Омске в 1927 г. радиовещательной радиостанции "Малый Коминтерн".

В сентябре—октябре 1927 г. был проведён первый Всесоюзный тест по определению выгоднейших длин радиоволн для проведения дальних связей, в которых приняли участие корот-

коволнники Ленинграда, Москвы, Нижнего Новгорода, Омска и Томска. В его рамках 1—3 октября состоялись первые соревнования коротковолнников по связи с отдалёнными районами СССР. 11RA занимает в них первое место (поделив его с 35RA и опередив известных коротковолнников — 15RA и 20RA).

Примечание.

— 15RA — Иван Петрович Палкин (подробнее см. в [2]);

— 20RA — Дмитрий Григорьевич Липманов (подробнее см. в [3]);

— 35RA — Виктор Иванович Гумеников (подробнее см. в [4]).

В декабре 1927 г. был проведён II Всесоюзный тест, в котором приняли участие как операторы индивидуальных радиостанций, так и SWLs из Владивостока, Вологды, Иваново-Вознесенска, Киева, Ленинграда, Москвы, Нижнего Новгорода, Омска, Павлово-Посада, Ростова-на-Дону, Саратова, Сверд-



Пулковская обсерватория тех лет.

ловска, Ташкента, Томска, Ульяновска и Харькова. Первую премию снова получили омичи — 11RA и 35RA.

В 1928 г. в приложениях RA-QSO-RK к журналу "Радио Всем" позывной 11RA несколько раз фигурировал в сообщениях наблюдателей об активности коротковолнников. Например, по три раза, см. [5] и [6].

В конце октября 1928 г. он становится как au1AA, но его дальнейшая радиоловительская биография неизвестна...

В 1931 г. в журнале "Радиофронт" была напечатана его большая статья "Самодельный конденсаторный микрофон" [7].

Позже он переезжает в Ленинград, становится научным сотрудником Пулковской обсерватории и получает учё-

ную степень доктора физико-математических наук.

К сожалению, история не сохранила его фотографий и образцы QSL's.



Книга Н. Ф. Купревича "Телевизионная техника в астрономии".

В 1958 г. в издательстве "Госэнергоиздат" вышла его книга "Телевизионная техника в астрономии".

По вполне естественным причинам изложенный материал не может претендовать на право абсолютной исторической истины, но автор обработал доступные ему материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Список передатчиков, разрешённых НКПТ к установке отдельными лицами для индивидуального пользования на 1 января 1927 г. — Радио Всем, 1927, № 3, 3-я с. обл.
2. Члиянец Г. Первый председатель ЦСКВ ОДР (1927—1928 гг.). — Радио, 2020, № 10, с. 51—53.
3. Члиянец Г. Дмитрий Липманов (20RA) — контекстен 20-х годов и "интернационалист". — Радио, 2020, № 11, с. 53, 54.
4. Члиянец Г. "Незаконный" позывной — as0VG (1927 г.). — Радио, 2021, № 5, с. 49, 50.
5. QPK—QSO—QSL. — RA-QSO-RK СССР, 1928, № 4, с. 40 (приложение к журналу "Радио Всем", 1928, № 7).
6. QPK—QSO—QSL. — RA-QSO-RK СССР, 1928, № 6, с. 64 (приложение к журналу "Радио Всем", 1928, № 12).
7. Купревич Н. Ф. Самодельный конденсаторный микрофон. — Радиофронт, 1931, № 19—20, с. 1166—1173.

Светодиодная свеча — почти как настоящая

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время в широкой продаже присутствуют много различных вариантов декоративных светодиодных свечей, имитирующих настоящие [1, 2]. Некоторые светят постоянно, а у некоторых пламя колеблется. Обычно они выполнены из полупрозрачного пластика, похожего на воск или парафин (а иногда из них), и содержат один или несколько светодиодов жёлто-оранжевого свечения. Свечение светодиода имитирует пламя свечи — его яркость изменяется по случайному закону. Для управления свечением светодиода используются различные драйверы на микросхемах (иногда на простых микроконтроллерах). Кроме того, есть и специализированные светодиоды со встроенным драйвером, имитирующие горение [3].

Сделать такую свечу более похожей на настоящую можно, если включать её с помощью спички или зажигалки, а выключать — задувая. Это можно реализовать, если оснастить уже готовую светодиодную свечу соответствующими устройствами: датчиком открытого пламени и акустическим датчиком.

Для такой доработки была выбрана декоративная свеча (рис. 1), корпус которой изготовлен из парафина, а пламя — пластмассовое. Основание свечи также изготовлено из пластмассы (рис. 2), в котором сделан батарейный отсек на два элемента типоразмера AA. На основании размещена вся электронная часть, в которую входят выключатель питания (переключатель режимов), плата управления светодиодом, плата фотодатчика с фоторезистором. На плате управления установлены два светодиода, которые светят постоянно и подсвечивают корпус изнутри, к ней подключён светодиод, который размещён в пластмассовом пламени и имитирует горение.



Рис. 1

Эта светодиодная свеча может работать в двух режимах: постоянное горе-



Рис. 2

ние и автоматическое включение при снижении внешнего освещения и выключение при увеличении внешнего освещения. Но доработать можно практически любую светодиодную свечу, оснатив её датчиками, указанными выше. В качестве датчиков удобно применить готовый модуль датчика пламени KY-026 [4] и акустический датчик KY-037 [5], которые обычно позиционируются как датчики для Arduino. Но модуль KY-037 можно заменить электретным микрофоном и каскадом на биполярном транзисторе. Так и сделано в устройстве, описание которого предлагается вниманию читателей.

Схема доработки светодиодной свечи показана на рис. 3. Датчик пламени собран на модуле KY-026 (или аналогичном), акустический датчик собран на микрофоне BM1 и транзисторе VT2. На D-триггере DD1.1 собран элемент памяти, который управляет полевым транзистором VT3, подающим питание на электронную часть светодиодной свечи. Для включения свечи надо подать высокий уровень напряжения на вход S триггера DD1.1, а для выключения — подать высокий уровень напряжения на вход R триггера DD1.1.

Здесь следует немного сказать о датчике пламени. Был применён модуль, показанный на рис. 4 и рис. 5. Он аналогичен KY-026, но без соответствующей маркировки. Его испытания показали, что он работоспособен при снижении питающего напряжения до 2 В, а особенностью заключается в том, что при обнаружении пламени высокий уровень напряжения на цифровом выходе D0 сменяется низким. Между тем, в [4] приведён алгоритм срабатывания датчика KY-026 обратный — при появлении в зоне обнаружения датчика открытого пламени на выходе D0

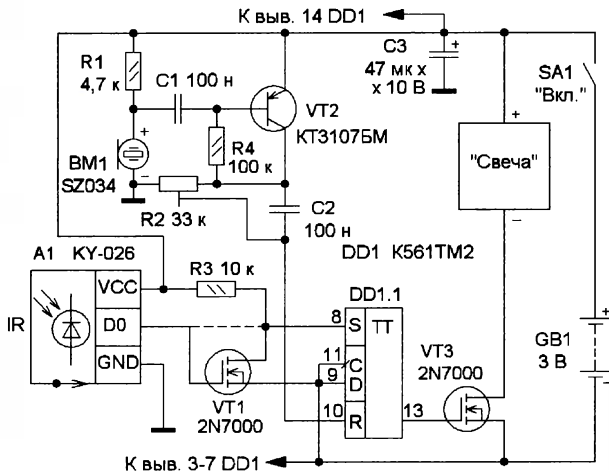


Рис. 3

появляется высокий уровень напряжения. Поэтому для правильной работы в устройстве применён инвертор на

транзистор VT3. При этом транзистор VT3 откроется и свеча станет работать в штатном режи-

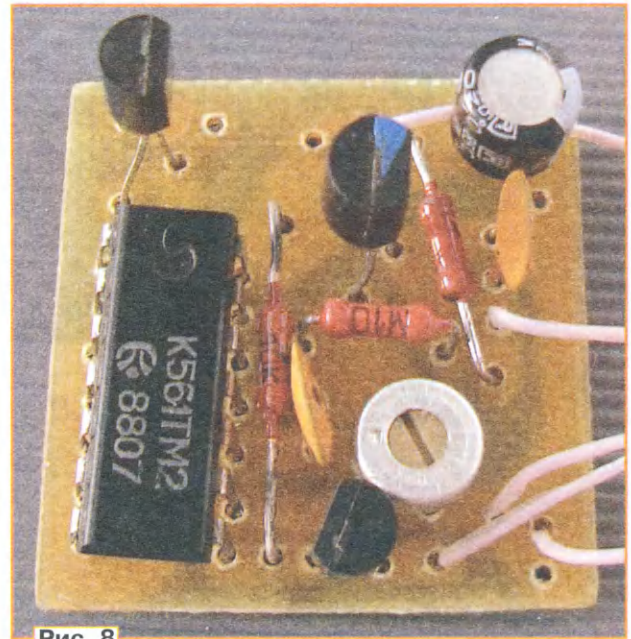


Рис. 8

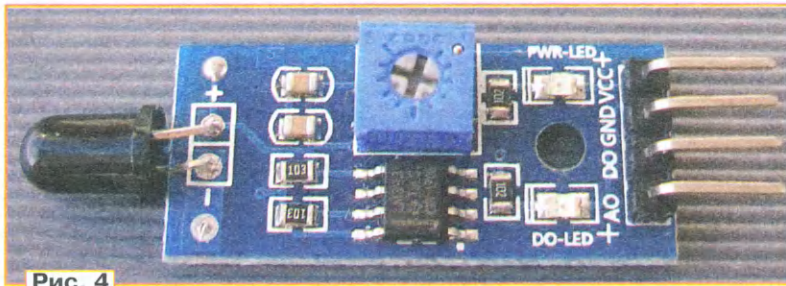


Рис. 4

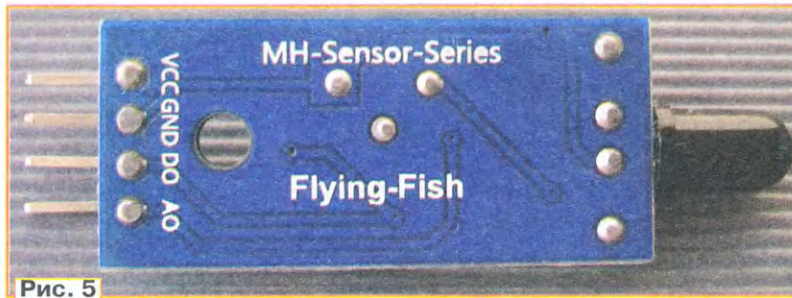


Рис. 5

транзисторе VT1. Для первого варианта алгоритма работы датчика пламени транзистор VT1 необходим. Для второго варианта алгоритма этот транзистор и резистор R3 не нужны, и выход D0 модуля KY-026 напрямую соединяют с входом S триггера DD1.1. Для повышения экономичности устройства светодиод на плате модуля KY-026, индицирующий наличие питающего напряжения, надо удалить.

Принцип работы устройства прост. При поднесении открытого огня (спичка, зажигалка) к датчику пламени на входе S триггера DD1.1 появляется высокий уровень напряжения, который будет и на его выходе (вывод 13), тран-



Рис. 6

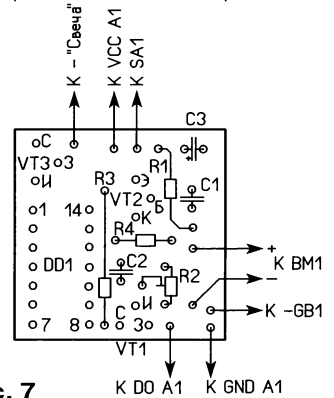
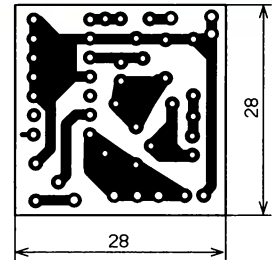


Рис. 7

ме. Для её выключения надо подуть на микрофон BM1, на входе R триггера DD1.1 появится серия импульсов высокого напряжения, триггер переключится, транзистор VT3 закроется, обесточив электронику свечи. Порог срабатывания датчика пламени — подстроечный резистор на плате модуля. Порог срабатывания акустического датчика устанавливаются подстроечным резистором R2.

Датчик пламени и микрофон акустического датчика размещены в верхней части свечи. Для ИК-диода датчика пламени и микрофона сделаны отверстия диаметром 5 мм (рис. 6). Остальные элементы размещены на печатной

плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 7**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СПЗ-19, оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, остальные — К10-17 или керамические импортные. Транзистор VT2 — любой серии КТ3107. Микросхему К561ТМ2 можно заменить микросхемой CD4013А, а микрофон СZ034 — микрофоном СZН-15Е. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 8**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свечи светодиодные. — URL: https://acctech.ru/cat/svechi_svetodiodyne/ (22.08.21).
2. Светодиодные свечи с имитацией живого пламени. — URL: <https://www.joom.com/ru/best/svetodiodyne-svechi-s-imitatsiy-jivogo-plameni> (22.08.21).
3. Жёлтые мерцающие светодиоды "пламя свечи". — URL: <https://mysku.ru/blog/aliexpress/69835.html> (22.08.21).

4. KY-026 — датчик пламени инфракрасный. — URL: <https://umnyjdomik.ru/ky-026-datchik-plameni-infrakrasnyj-dlina-volnyot-760-nm-do-1100-nm.html> (22.08.21).
5. Подключаем датчик звука к Arduino. — URL: <https://osensorax.ru/dvizhenie/datchik-zvuka-arduino> (22.08.21).

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout имеется по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/candela.zip> на нашем FTP-сервере.

Графическое представление данных на миниатюрном дисплее

Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.

При конструировании разнообразных изделий с использованием микроконтроллеров (МК) часто возникает необходимость визуализации различных входных или выходных данных. При этом хочется, чтобы восприятие информации было эстетически приятным. Среди наиболее доступных устройств, позволяющих имитировать

Для экспериментов по разработке набора шкал было использовано устройство, схема показана на **рис. 3**. Для аппаратной имитации изменения условного значения параметра был использован переменный резистор R1. В зависимости от значения напряжения на входе А0 модуля А1 функция **analogRead(A0)** возвращает значения

в диапазоне целых чисел от 0 до 1023. Для программной реализации была выбрана графическая библиотека **OLED_I2C** [1]. Её автор — Henning Karlsen. Описание практического использования функций библиотеки можно найти в [2, 3].

Среди графических элементов автор статьи использовал точку, отрезок, пря-

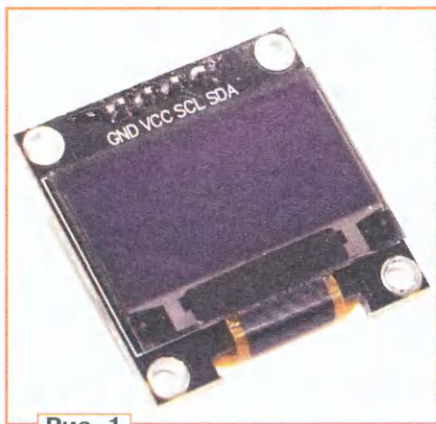


Рис. 1

внешний вид шкал различных приборов и индикаторов, следует отметить OLED-дисплей с диагональю 0,96 дюйма, разрешением 128x64 пикселей под управлением контроллера SSD1306 с интерфейсом I²C (**рис. 1**). Основным его недостаток — это малые размеры, и если требуется отображать изменение со временем 3—4 параметров, приходится существенно напрягать зрение. Выход из ситуации автор увидел в разделении параметров индикации по отдельным экранам. Таким образом, можно сделать псевдоприборную панель из отдельных одинаковых элементов (**рис. 2**) под конкретную конструкцию.



Рис. 2

моугольник, а также символы букв и цифр имеющихся в библиотеке размеров. Кроме этого, использованы картинки различного размера в фоновом и спрайтовом режимах индикации. Для анимации использовалось программирование поступательного и вращательного движения изображений и символов, а также их трансформация. Ниже

На изображении выставлено значение **3,7**. Файл скетча индикатора — **schkala_A**.

Индикатор 3 имитирует подвижную круговую шкалу с пределами измерений 0—12 и ценой деления 1/3. Указатель — неподвижное кольцо. На изображении выставлено значение **6**. Файл скетча индикатора — **schkala_E**.

Индикатор 4 имитирует динамичную иконку скорости течения жидкости. С её увеличением капли движутся быстрее, высота контура стаканчика увеличивается. Файл скетча индикатора — **proba_i2c** (рис. 4).

Индикатор 5 отображает построение графика в режиме реального времени. Он состоит из десяти вертикальных отрезков, меняющих свою высоту за счёт координаты **y** верхнего конца. Множество отрезков,

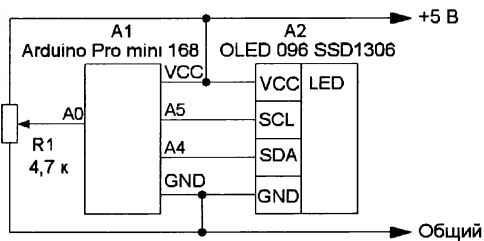


Рис. 3

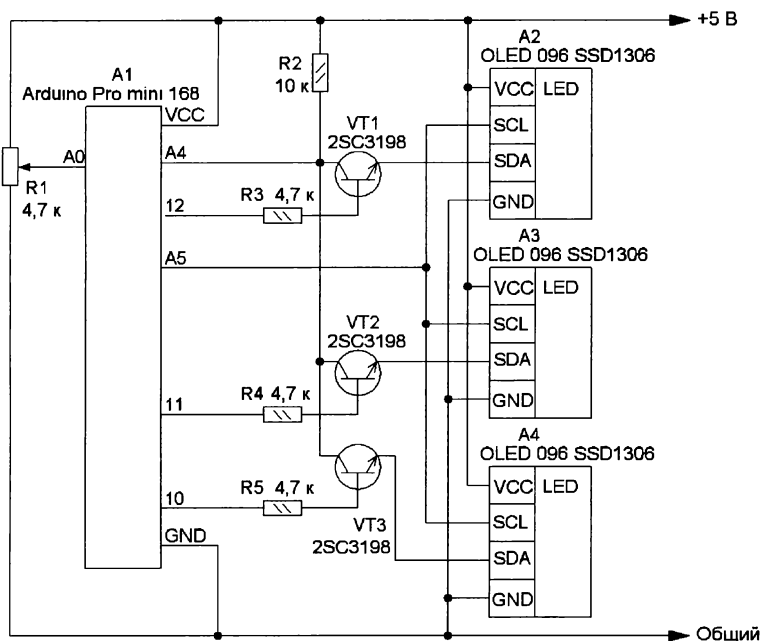


Рис. 4

приводятся краткие описания некоторых индикаторов из проекта.

Индикатор 1 (см. рис. 2) имитирует линейную подвижную шкалу—ленту с пределами измерений 0—15 единиц и ценой деления 0,25. Указатель — рамка, которая находится в центре и неподвижна. На изображении выставлено значение **6**. Файл скетча индикатора — **schkala**.

Индикатор 2 имитирует неподвижную шкалу "стрелочного" прибора с пределами измерений 0—6 и ценой деления 0,2. Указатель-стрелка вращается в пределах угла 180 градусов.

соединяющих соседние точки, образуют сам график. Текущее значение величины отображается на крайнем правом отрезке, смещаясь за каждый интервал времени влево на место соседнего отрезка — так происходит динамичное построение графика. Файл скетча индикатора — **schkala_G**.

Индикатор 6 иносказательно отображает работу индикатора — лампы 6Е5С, знаменитый "зеленый глаз". В зависимости от значения величины изменяется размер видимой радужки глаза. Файл скетча этого индикатора — **schkala_D**.



Рис. 5

Индикатор 7 построен по принципу сетки календаря, плавно изменяющееся значение приводит к перемещению окружности—окуляра по числам месяца слева направо, сверху вниз. Файл скетча индикатора — **schkala_F**.

Индикатор 12 — это шкала прогресса процесса, визуально состоит из подвижного ползунка с числовой индикацией в интервале 0—99 и канала движения. Файл скетча индикатора — **schkala_EE**.

Для общего управления комплектом экранов с использованием одного МК автор выбрал вариант, предложенный в [4]. Схема этого устройства показана на рис. 4. Оно позволяет управлять тремя дисплеями, хотя теоретически это число может быть увеличено до 17. Выводы модуля A1 10—12 поочередно позволяют коммутировать обновлённую информацию на каждом из экранов A2—A4. Поддача на выход логической 1 разрешает, подача логического 0 запрещает передачу данных на соответствующий экран. Пример совместной работы экранных модулей для индикаторов 4, 5, 15 приведён в файле скетча **proba_i2c**.

Не менее интересным вариантом использования экранов является принцип, при котором два или более дисплея образуют единый информационный экран. Примеры такого подхода к созданию шкал и индикаторов показаны на **рис. 5**. Индикатор 1 символизи-

рует шкалу радиоприёмника с городами (станциями), индикатор 2 — счётчик на два знакоместа, индикатор 3 — круговую шкалу с подвижной стрелкой-указателем, индикатор 4 — набор "часовых стрелочных" шкал. Вариации соответствующих скетчей приведены в файлах **schkala_1**, **zif_0_99**, **schkala_2**, **schkala_4**.

В процессе макетирования различных шкал обнаружилась неприятная особенность используемой библиотеки. Её работа нарушала корректную работу функции **millis()**. Изучая многочисленные жалобы и наблюдения в Интернете по этому поводу, удалось найти для практического применения успешное решение [5].

Файлы проекта и gif-анимация работы шкал имеются на сайте редакции. Автор надеется, что читатели предложат собственные варианты использования дисплея, и проект продолжит своё развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Library: OLED_I2C. — URL: <http://www.rinkyinkelectronics.com/library.php?id=79> (03.07.21).
2. Библиотека OLED_I2C. — URL: <https://mynobook.blogspot.com/2016/11/oledi2c.html> (03.07.21).
3. OLED I²C дисплей 128×64 пикселя. — URL: <https://cxem.net/arduino/arduino227.php> (03.07.21).

4. Подключение нескольких I²C устройств с одинаковыми адресами. — URL: <http://arduino.ru/forum/programirovanie/podklyuchenie-neskolikih-i2c-ustroystv-s-odinakovymi-adresami-0> (03.07.21).

5. OLED_I2C и millis() или 1000mils = 2,4 сек. — URL: <http://arduino.ru/forum/programirovanie/oledi2c-i-millis-ili-1000mils-24-sek> (03.07.21).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/10/schkala.zip> находятся материалы проекта и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства.

Выключатель-таймер для цифрового мультиметра

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Для использования в полевых условиях автор приобрёл цифровой мультиметр М-830В. По числу измеряемых параметров этот мультиметр, конечно, уступает своим более совершенным собратьям (например, серии DT-890), но обладает перед ними как минимум двумя преимуществами. Малые габариты этого мультиметра делают его действительно карманным, а низкая стоимость прибора позволяет меньше заботиться о его сохранности.

Однако мультиметр М-830В, как и другие приборы этой серии, не имеет отдельного выключателя питания, что вынуждает каждый раз после окончания пользования прибором переключать переключатель пределов измерения в положение Off. Для устранения этого неудобства мультиметр необходимо снабдить отдельным выключателем питания, а чтобы случайно не оставить мультиметр включённым, выключатель желательно дополнить таймером, автоматически отключающим питание прибора через заданный промежуток времени.

Конструкции выключателей, позволяющих включать питание мультиметра с помощью кнопки и отключать его по истечении заданного промежутка времени, приведены в статье [1]. Для управления питанием мультиметра также можно использовать таймер на D-триггере, описание которого приведено в [2].

Предлагаемый вниманию читателей выключатель-таймер по своим функциональным возможностям аналогичен

устройству [2] и позволяет включать и отключать мультиметр с помощью одной кнопки, а также обеспечивает автоматическое отключение мультиметра по истечении заданного промежутка времени. Основу выключателя

мента DD1.2 — низкий, поэтому полевой транзистор VT1 закрыт и напряжение питания на мультиметр не поступает. При нажатии на кнопку SB1 на выводе 1 элемента DD1.1 появляется высокий логический уровень, и триггер, образованный элементами DD1.1, DD1.2 и резистором обратной связи R1, переходит в единичное состояние. При этом полевой транзистор VT1 открывается, подавая питание на мультиметр.

После появления на выводе 4 элемента DD1.2 высокого логического уровня конденсатор C4 начинает заряжаться через резистор R3, и по окончании его зарядки на выходе элемента

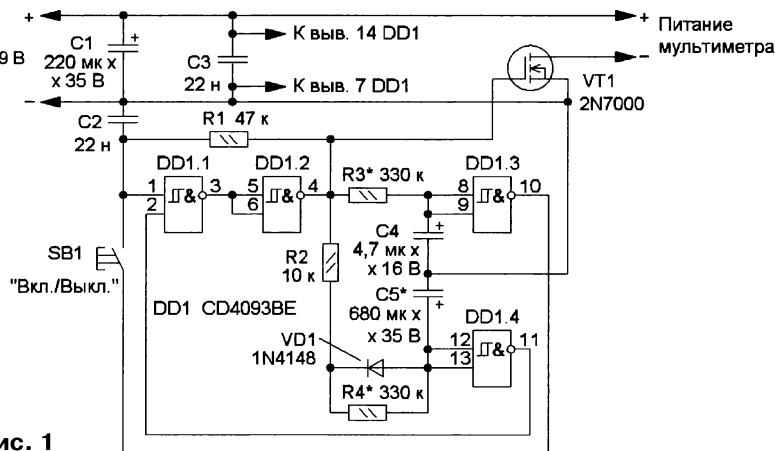


Рис. 1

составляет триггер, построенный с использованием логических элементов И-НЕ, имеющих на входе триггеры Шмитта, а в качестве ключа, коммутирующего цепь питания мультиметра, применён полевой транзистор.

Схема устройства приведена на рис. 1. После подачи питающего напряжения конденсаторы C2, C4, C5 разряжены, на выходах элементов DD1.1, DD1.3, DD1.4 присутствует высокий логический уровень, а на выходе эле-

DD1.3 высокий логический уровень сменяется низким, поэтому следующее нажатие на кнопку SB1 переводит триггер на элементах DD1.1, DD1.2 в нулевое состояние и отключает питание мультиметра. После появления на выходе триггера низкого логического уровня конденсатор C4 разряжается через резистор R3, и после появления на выходе элемента DD1.3 высокого логического уровня устройство будет готово к повторному включению.

Постоянная времени цепи R3C4 определяет время готовности устройства к повторному переключению, которое, в свою очередь, определяет допустимую продолжительность нажатия на управляющую кнопку. При указанных на схеме номиналах элементов кнопку SB1 можно удерживать в нажатом состоянии чуть более секунды, не опасаясь ложных переключений устройства.

Таймер, отключающий питание мультиметра, построен на элементе DD1.4 и времязадающей цепи R4C5. После появления на выходе элемента DD1.2 высокого логического уровня конденсатор C5 начинает заряжаться через резисторы R2, R4, и по достижении на входе элемента DD1.4 порогового напряжения на выходе этого элемента появляется низкий логический уровень, поступающий на вывод 2 элемента DD1.1 и переводящий триггер в исходное состояние. После отключения триггера конденсатор C5 быстро разряжается через диод VD1 и токоограничивающий резистор R2, под-

исключением кнопки SB1 и конденсатора C5, смонтированы на отрезке универсальной макетной платы (рис. 2),

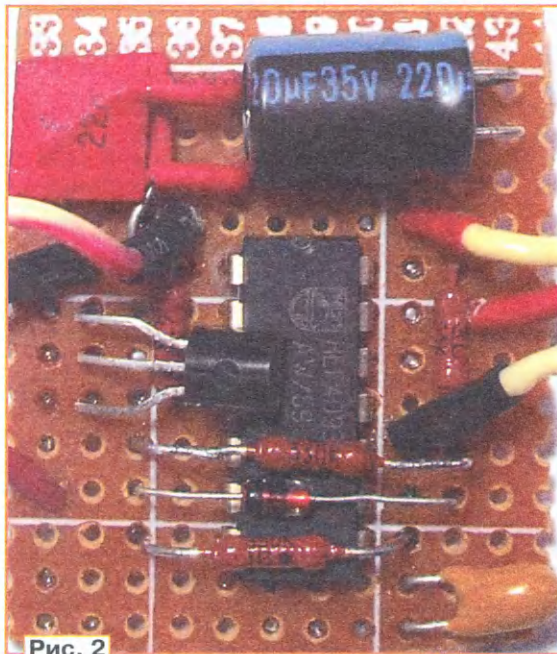


Рис. 2

аналогов следует выбирать конденсаторы на максимально возможное рабочее напряжение, но наилучший вариант — применение танталовых конденсаторов. Конденсаторы C2, C3 — плёночные или керамические (на месте C4 также можно использовать танталовый конденсатор TECAP).

Диод VD1 — любой маломощный выпрямительный или импульсный, например КД521 или КД522, микросхема CD4093BE заменяема отечественной микросхемой К561ТЛ1. На месте транзистора VT1 можно использовать полевые транзисторы BS170, КП501 или применить биполярный транзистор, например КТ3102, установив в цепь его базы резистор сопротивлением 10...30 кОм. Кнопка SB1 — любая малогабаритная с самовозвратом.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Настройка таймера сводится к подборке резистора R4 и (или) ёмкости конденсатора C5 для получения требуемой продолжительности работы мультиметра (при указанных на схеме номиналах элементов это время составляет 3 мин). В случае использования на месте C5 танталового конденсатора, имеющего малый ток утечки, сопротивление резистора R4 можно увеличить в несколько раз. При необходимости время готовности устройства к повторному переключению можно уменьшить или увеличить путём изменения сопротивления резистора R3 и (или) ёмкости конденсатора C4.

Этим выключателем можно оснастить не только мультиметр, но и, например, токоизмерительные клещи, а также любые другие устройства, питание которых необходимо включать на заданное время. Выключатель можно применить, например, для включения подсветки жидкокристаллического индикатора электронных часов-будильника, установленных на прикроватной тумбочке, или для управления с его помощью освещением подсобного помещения, например кладовки. Для того чтобы выключатель мог управлять мощной нагрузкой, на месте транзистора VT1 следует установить мощный каналный полевой транзистор или использовать для управления нагрузкой электромагнитное реле.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И., Петров С.** Таймеры отключения питания в цифровом мультиметре. — Радио, 2001, № 9, с. 28.
2. **Герасимов Е.** Таймер на D-триггере. — Радио, 2016, № 8, с. 50.

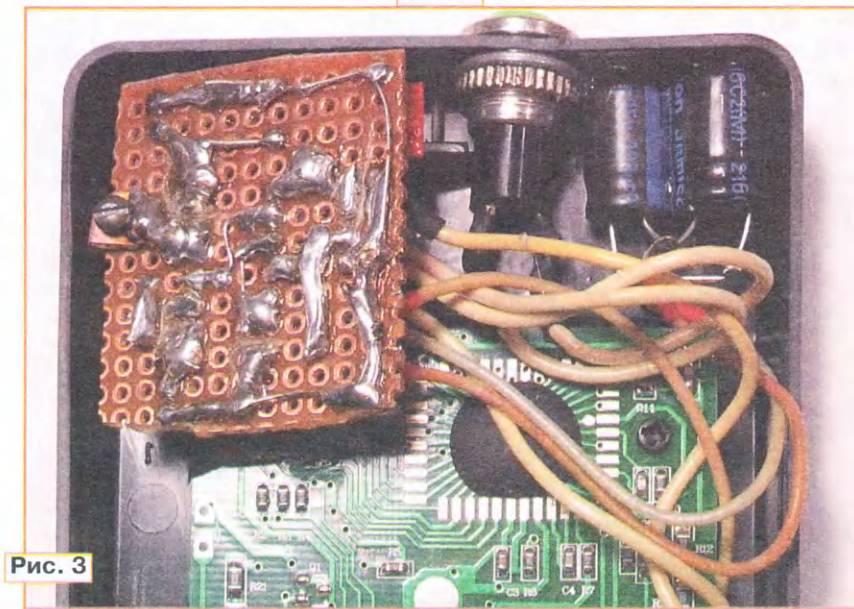


Рис. 3

готавливая устройство к повторному включению.

Выключатель питается напряжением 9 В, поступающим от батареи мультиметра, но работоспособен в интервале питающего напряжения от 3 до 15 В, что позволяет использовать его не только в мультиметре, но и в составе любых других приборов. Конденсатор C1 сглаживает возможные пульсации питающего напряжения, конденсатор C3 — блокировочный в цепи питания микросхемы.

Ввиду простоты конструкции печатная плата для выключателя не разрабатывалась. Все элементы устройства, за-

которая с помощью шурупа, вкрученного в пластмассовую стойку, закреплена в верхней части корпуса мультиметра (рис. 3). Кнопка SB1 закреплена в отверстии, просверленном сверху корпуса, а рядом с кнопкой с помощью клея "Момент" закреплён конденсатор C5, составленный из двух конденсаторов ёмкостью 220 мкФ и 470 мкФ.

В устройстве можно применить любые подходящие по габаритам резисторы. Оксидные конденсаторы C1, C5 должны иметь минимальный ток утечки, поэтому в случае использования конденсаторов К50-35 или их импортных

Ответы на викторину

"Arduino: программная часть-6"

("Радио", 2021, № 9, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1 ● Ответ — 1. Платы A1 и A2 на электрической схеме соединяются одним информационным проводом. Однако для протекания тока требуется замкнуть контур, т. е. нужен ещё один проводник. На схеме он обозначается в виде общего провода ("земли") — специального гостированного знака "соединение с корпусом", который подключается к контактам **GND** плат A1 и A2. Это упрощает рисование электрических схем.

Наличие двух одинаковых знаков означает, что монтажник должен проложить между этими цепями отдельный провод. Итого, хотя интерфейс и называется однопроводным, но физически платы Arduino соединяются с помощью двух проводников. Именно этот момент иногда не учитывают начинающие радиолюбители, когда ищут ответ на вопрос: "Почему не работает?"

2 ● Ответ — 1. Назначение скетча — передача по однопроводному интерфейсу GBus [1] последовательности цифр от 1 до 5 с паузой между посылками 2 с. Используется внешняя библиотека GyverBus, которую надо установить в среде Arduino IDE, выбрав пункты **Инструменты→Управлять библиотеками→Поиск Gyver Bus→Установка**.

Для ответа на вопрос о местонахождении счётчика передаваемых байтов не обязательно вникать в тонкости незнамой библиотеки функций. Можно воспользоваться методом аналогий и проанализировать ключевые термины в строках 11 и 12. В частности, слово **sizeof** является стандартным в языке Си (C++) и обозначает унарный оператор, с помощью которого вычисляется число байт, занимаемое объектом в памяти. В строке 12 скетча этот оператор пересчитывает цифры 1—5 в буфере **buf[]**, т. е. является своеобразным "счётчиком".

3 ● Ответ — 0. Назначение скетча — приём данных, поступающих по однопроводному интерфейсу GBus (строки 7, 8), загрузка их в буфер **buf[]** (строки 9, 10) и посимвольная индика-

ция в терминале компьютера (строка 11). Протокол обмена данными интерфейса GBus похож на UART с одним стартовым, одним стоповым и восемью битами данных. Поскольку скорость передачи протокола UART принято указывать в бодах, то логично предположить, что число 1000 — это тоже боды, чему есть подтверждение в официальной документации GBus [1].

Бод — это единица измерения символической скорости в отличие от скорости передачи полезной информации, которая представляется в битах в секунду. Перевод осуществляется по формуле [2]: $V[\text{бит/с}] = V[\text{бод}] \cdot d / (d+s+1) = 1000 \cdot 8 / (8+1+1) = 800 \text{ бит/с}$, где **d**, **s** — количество битов соответственно в поле данных и в "стопях".

4 ● Ответ — 1. Как известно, плата Arduino не накладывает ограничений на тип микроконтроллера, его тактовую частоту и напряжение питания. В частности, семейство плат Arduino Pro Mini поставляется в двух версиях — с питанием микроконтроллера ATmega168 (ATmega328) от напряжения 3,3 В при тактовой частоте 8 МГц и с питанием от напряжения 5 В при тактовой частоте 16 МГц. Отличаются версии добавлением надписи 3,3V или 5V в конце названия.

Связь между платами A1 и A2 осуществляется с помощью двухпроводного интерфейса UART. Если заменить плату A2 платой Arduino Pro Mini 3,3V, появится риск повредить её микроконтроллер высоким напряжением 4,5...5 В, поступающим в виде лог. 1 с линии 11 цифрового выхода платы A1.

Согласно справочным данным на микроконтроллеры ATmega168, ATmega328, напряжение на их информационных линиях не должно превышать VCC+0,5 В, где VCC — напряжение питания в вольтах [3]. Значит, при VCC = 3,3 В нельзя подавать на входы больше, чем 3,8 В. Требуется согласование уровней, но это уже доработка существующей конструкции, а не замена "один к одному".

5 ● Ответ — 0. Назначение скетча — передача по интерфейсу UART фразы Hello, world! и цифр 1—4 с паузой 2 с. Используется встроенная в Arduino IDE библиотека функций **SoftwareSerial**, которая позволяет работать с любыми линиями портов, а не только с **RX** (D0), **TX** (D1).

По умолчанию считается, что кадр информации UART передаётся в формате 8-N-1, т. е. один стартовый, один стоповый и 8 бит данных без контроля чётности. Если надо изменить формат, то в стандартном операторе **Serial.begin()** через запятую после скорости 9600 бод явно указывают тип, например 8-N-2, при этом происходит смена режима и в конце кадра добавляется второй стоповый бит.

Однако это справедливо только для аппаратного UART. В рассматриваемом скетче используется программный UART, а в нём не предусмотрена опция смены формата, поэтому добавление надписи **SERIAL_8N2** приведёт к ошибке компиляции.

6 ● Ответ — 0. Назначение скетча — принять по интерфейсу UART информацию с канала **RX1 (Serial1)** и выдать её в терминал компьютера (**Serial**), а также принять информацию, вводимую с клавиатуры компьютера (**Serial**), и передать её в канал **TX1 (Serial1)**. Скетч **MultiSerial.ino** взят из каталога примеров среды Arduino IDE, поэтому содержит как приёмную, так и передающую части. За приём внешней информации отвечают операторы в строках 6—8.

7 ● Ответ — 1. Двухпроцессорная система, собранная на платах A1 и A2, использует для связи трёхпроводной интерфейс SPI. Плата A1 является ведущей, а плата A2 — ведомой, поскольку её контакт 53 соединяется с общим проводом **GND**.

Питание 5 В на платы A1 и A2 поступает от разъёмов USB. Подключаться они могут к одному или к разным компьютерам, ноутбукам. Одна незадача — на электрической схеме отсутствует связь по сигнальной земле между контактами **GND** обеих плат. Следовательно, при подключении разъёмов USB к одному компьютеру связь цепей **GND** будет производиться через внутреннее соединение общих проводов, и система передачи данных будет функционировать нормально.

С другой стороны, при использовании портов USB в двух разных удалённых компьютерах цепи **GND** плат A1 и A2 будут разобщены со всеми вытекающими негативными последствиями, влияющими на появление ошибок и сбоев.

8. Ответ — 1. Назначение скетча — передача по трёхпроводному интерфейсу SPI последовательности цифр 0—3 с паузой 2 с. Параметры протокола SPI (Serial Peripheral Interface) и его технические характеристики настраиваются в строках 5, 6 методом `SPI.beginTransaction()`. Именно так рекомендуется делать, начиная с версии Arduino IDE 1.6.0, вместо использования устаревших программных конструкций.

Параметр `MSBFIRST` в строке 6 указывает, что байты данных передаются старшим битом вперёд. Это подтверждает расшифровка аббревиатуры MSB (Most Significant Bit) — старший значащий бит. Если указать в строке 6 параметр `LSBFIRST`, первые три буквы которого расшифровываются как Least Significant Bit — младший значащий бит, то байты данных будут передаваться младшим битом вперёд.

Анализ строки 9 скетча показывает, что первой цифрой в посылке будет 0, поскольку $i=48$, в шестнадцатеричном коде 0x30 (параметр MSB). Если перевернуть биты в обратную сторону (параметр LSB), то получится число 0x0C (рис. 1).

9. Ответ — 0. Назначение скетча — при старте программы в терминал компьютера выводится надпись Receive: (строка 8), затем в цикле принимаются байты по интерфейсу SPI и печатаются в терминале в шестнадцатеричном виде (строки 11—13).

В строке 6 скетча контакт `MISO` платы A2 настраивается как цифровой выход. Это обязательная процедура при работе устройства в режиме ведомого и двухстороннем обмене данными. Ключевое слово здесь — двухстороннее. Интерфейс SPI имеет полное дуплексное соединение. Ведущий (master) может передавать данные ведомому (slave), а ведомый одновременно может передавать данные ведущему по одним и тем же тактовым импульсам `SCK`.

Поскольку информация в плату A2 поступает только от ведущего и назад не возвращается, то удаление или закомментирование строки 6 ни на что не повлияет. На рис. 2 показаны направления передачи сигналов в интерфейсе SPI, из чего видно, что сигнал `MISO` платы A2 принимает участие в передаче, но не в приёме данных. Если оба контакта `MISO` на платах A1 и A2 будут настроены как цифровые входы, то с электрической точки зрения аварийная ситуация не возникнет.

10. Ответ — 1. Для передачи данных используется четырёхпроводный интерфейс SPI. В нём в дополнение к стандартным сигналам `MOSI`, `MISO`, `SCK` добавляется сигнал

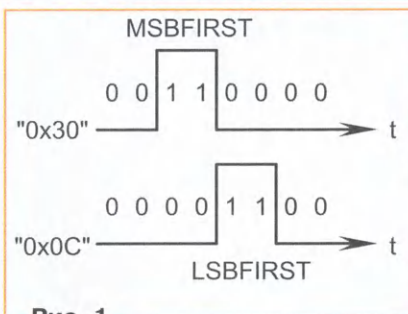


Рис. 1

разрешения `SS` (Slave Select), который позволяет организовать сетевое соединение нескольких устройств на одной шине. В документации Arduino сигнал `SS` пишется без общепринятого знака инверсии. Это не запрещается ввиду многочисленных вариаций у разных разработчиков: `NSS`, `nSS`, `nCS`, `/CS`, `CSN`, `SE`.

Питание платы A1 производится от двух последовательно соединённых Li-Ion аккумуляторов суммарным на-



Рис. 2

пряжением 7,4 В. Если случайно перепутать полярность подключения их клемм, то может выйти из строя электролитический конденсатор PC1 или микросхема стабилизатора U1 (рис. 3). Защита от переплюсовки в виде диода D1 работает лишь при подключении питания к разъёму X1, но в рассматриваемом варианте аккумуляторы подключаются именно к цепи VIN, которая выводится на гребёнку контактов Arduino UNO.

11. Ответ — 0. Назначение скетча — передача по четырёхпроводному интерфейсу SPI последовательности цифр 0—9 (строка 11) с паузой в 1 с (строка 13). В строках 10 и 12 на линии 10 (`SS`) выставляются уровни лог. 0 и лог. 1. Однако самого оператора, задающего режим цифрового выхода для линии 10, в скетче не видно. Логично предположить, что он спрятан внутри библиотеки функций SPI, которая изначально встроена в Arduino IDE. Но в какой именно функции — `SPI.begin()` или `SPI.beginTransaction()`?

Для разгадки необходимо открыть в компьютере папку `C:\Program Files\Arduino\Hardware\arduino\avr\libraries\SPI\srs\` и просмотреть текстовым редактором файл `SPI.cpp`. В нём описан прототип функции `void SPIClass::begin()`, где операторами языка Си вывод `SS` микроконтроллера переводится в режим цифрового выхода и на нём устанавливается высокий уровень лог. 1. Следовательно, инициализация линии `SS` проводится в строке 5 в операторе `SPI.begin()`.

12. Ответ — 0. Назначение скетча — принять по интерфейсу SPI текстовую информацию в виде последовательности цифр 0—9 и передать её в терминал компьютера. В скетче организуется приём данных через прерывание `ISR` (строка 11), что позволяет высвободить вычислительные мощности для выполнения других задач.

В AVR-контроллерах, применяемых в платах Arduino, прерывания

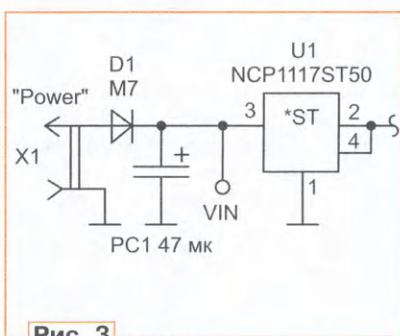


Рис. 3

делятся на внешние и внутренние. Внешние прерывания формируются в результате анализа логических уровней на определённых линиях портов микроконтроллера. Внутренние прерывания формируются аппаратными модулями, например таймерами. Поскольку модуль SPI в AVR-контроллере является внутренним, то и прерывания, возникающие при анализе состояния его регистров, будут внутренними.

ЛИТЕРАТУРА

- Связь нескольких Arduino по проводу. — URL: <https://alexgyver.ru/gyverbus/> (14.07.21).
- Скорость передачи данных через UART. — URL: <https://bravikov.wordpress.com/2012/08/24/скорость-передачи-данных-через-uart/> (14.07.21).
- ATmega48P/V/88P/V/168P/V. — URL: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48P_88P_168P_DS40002065A.pdf (10.07.21).

Музей "История электросвязи и вычислительной техники"

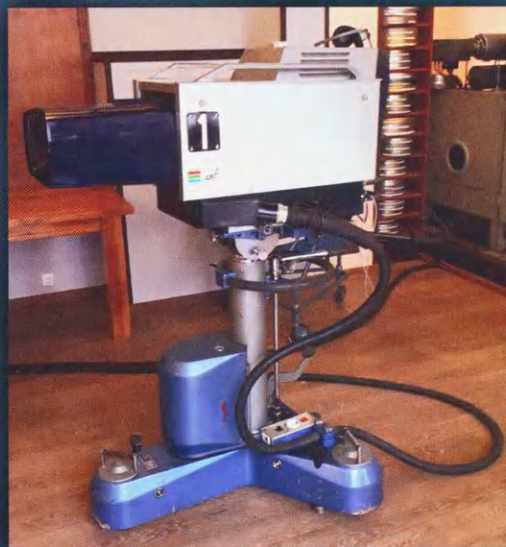
Пульт оператора телекиноустановок.



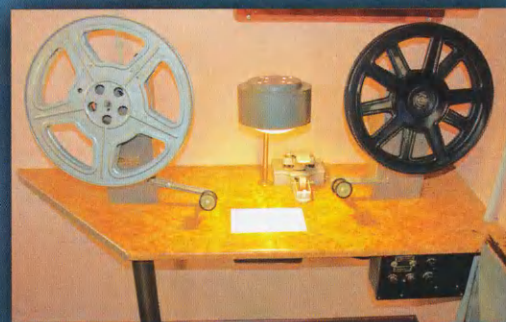
Контрольный монитор пульта оператора телекиноустановок.

О. РАЗИН, г. Москва

(см. статью на с. 12)



Студийная телекамера Thomson-CSF CC501.



Стол для перемотки киноплёнки.



Телеслайдпроекторы.



Студийный аудиоманитофон.

Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР

Поддерживаемые
ОС



ANDROID



Защита от хищений средств

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



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От 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

