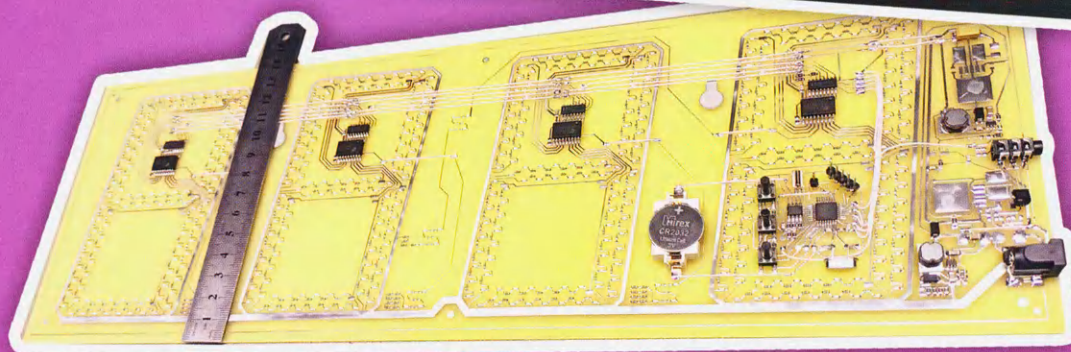


12•2021

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Электронные часы  
с высотой знака 12 см



- Часы-дозиметр
  - Шар-гирлянда для ёлки
  - Доработка паяльной станции "Термит"
  - Пробник сетевых светодиодных матриц
- ...и ещё 11 конструкций

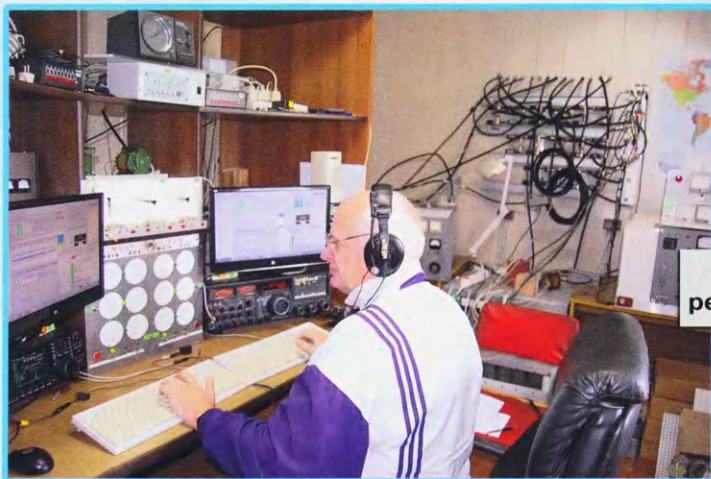


12  
2021



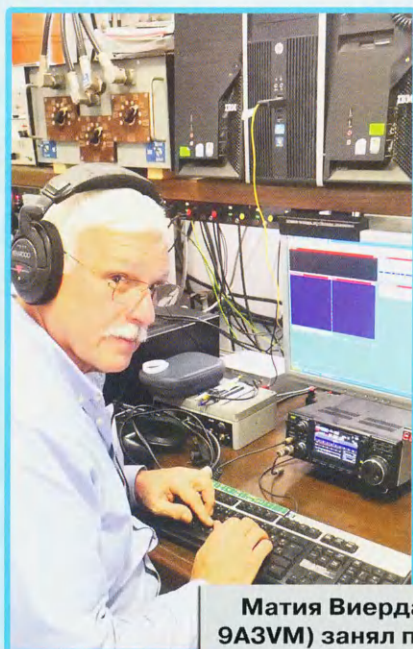
# Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2021

(см. статью на с. 47)

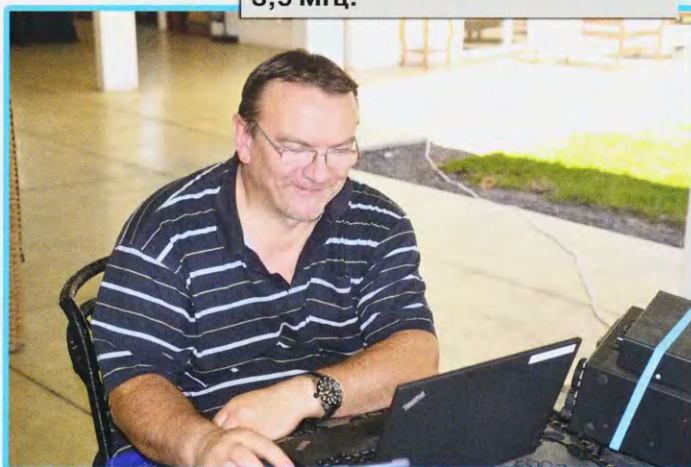


Юрий Куриный (RG9A) показал лучший результат в многодиапазонном зачёте.

Андреас Вольф (Andreas Wolf, DH8WR) — победитель в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц.



Матия Вьерда (Matija Vierda, 9A3VM) занял первое место в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 14 МГц.



Евгений Пресман (4Z5UN) — лучший в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц.





# EXPO ELECTRONICA

24-я Международная выставка  
электронных компонентов, модулей  
и комплектующих

[expoelectronica.ru](http://expoelectronica.ru)

**ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД**  
на ExpoElectronica



**12-14 апреля 2022**

Москва, Крокус Экспо

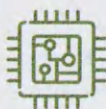


# ELECTRON TECHEXPO

19-я Международная выставка  
технологий, оборудования и материалов  
для производства изделий электронной  
и электротехнической промышленности

[electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

**ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД**  
на ElectronTechExpo



AI

IOT



Hyve

**НАУКА И ТЕХНИКА 4**

А. ГОЛЫШКО. Вперёд к семёрке и далее! . . . . . 4

**РАДИОПРИЁМ 7**

В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания . . . . . 7

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 10**

В. КИБА. ЛАТР + стабилизатор переменного напряжения . . . . . 10  
С. БИРЮКОВ. Зарядное устройство ... из кубиков . . . . . 13

**ЗВУКОТЕХНИКА 14**

В. БАРИНОВ. Простой усилитель звуковой частоты . . . . . 14

**РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 16**

А. КУРЕНЯ. Третья жизнь паяльной станции "Термит" . . . . . 16  
В. АФОНИН. Устройство управления электродвигателем сверлилки печатных плат . . . . . 20

**ИЗМЕРЕНИЯ 21**

В. ТУРЧАНИНОВ. Частотомер на микроконтроллере PIC18F252 . . . . . 21  
Н. ШИЯНОВ. Измеритель магнитной индукции ИМИ-02 . . . . . 25

**ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 28**

О. ИЛЬИН. Шифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями . . . . . 28  
И. НЕЧАЕВ. Пробник высоковольтных светодиодных матриц . . . . . 32  
В. ГНИТИЁВ. Электронные часы с высотой знака 12 см . . . . . 34  
С. БИРЮКОВ. Управление симистором с помощью геркона . . . . . 39  
А. СОЛОВЬЁВ. Светодиодные часы с индикатором радиоактивности . . . . . 41  
А. МЕЛЬНИКОВ. Электронный ключ управления электромагнитом . . . . . 45

**"РАДИО" — О СВЯЗИ 47**

Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2021 . . . . . 47  
Г. ЧЛИЯНЦ. Василий Салтыков — известный довоенный коротковолновик-активист . . . . . 48  
Е. СЛОДКЕВИЧ. Радиоавтопробег "Углич-Карелия" . . . . . 50

**"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 51**

Д. МАМИЧЕВ. Электронные шары для ёлки . . . . . 51  
И. НЕЧАЕВ. Простой преобразователь напряжения — замена "Кроны" в мультиметре . . . . . 55  
С. РЮМИК. Ответы на викторину "Arduino: программная часть-7" . . . . . 57

Содержание журнала за 2021 год. . . . . 60

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 44).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 12, 31, 3-я с. обложки).

На нашей обложке. Электронные часы с высотой знака 12 см (см. статью на с. 34).

**ЧИТАЙТЕ  
В СЛЕДУЮЩЕМ  
НОМЕРЕ:**

**ГИБРИДНЫЙ УМЗЧ  
БП ИЗ СВАРОЧНОГО ИНВЕРТОРА  
ТЕСТЕР ВАРИСТОРОВ И НЕ ТОЛЬКО  
ЧАСЫ НА 16-СЕГМЕНТНЫХ ИНДИКАТОРАХ**



Поддерживаемые  
ОС



# Dr.Web Security Space

## защитит ваш цифровой МИР



### Защита от хищений средств

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



### Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



### Защита от уязвимостей программ

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



### Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



### Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



### Защита детей

Родительский контроль

Техподдержка  
компании  
«Доктор Веб»:  
<https://support.drweb.ru>

Сайты компании  
«Доктор Веб»  
в социальных сетях:  
[https://www.drweb.ru/  
user/social](https://www.drweb.ru/user/social)



Сайты компании  
«Доктор Веб»:  
<https://антивирус.рф>  
<https://drweb.ru>



© ООО «Доктор Веб», 2021  
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а  
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),  
факс: +7 495 789-45-97

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



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

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,  
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,  
С. Л. МИШЕНКОВ, 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](mailto:ref@radio.ru)

Приём статей — e-mail: [mail@radio.ru](mailto:mail@radio.ru)

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

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

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,  
р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.11.2021 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. 03425-21.



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

[www.drweb.com](http://www.drweb.com)

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

**RINET**  
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:  
+7(495)981-4571  
E-mail:  
[info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)  
Сайт:  
[www.rinet.ru](http://www.rinet.ru)

## Вперёд к семёрке и далее!

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

"Я по натуре оптимист.  
Всё будет хорошо,  
а дату лучше не уточнять".

Неизвестный разработчик

Чем дальше, тем лучше. Казалось бы, в конце 2018 г. миру инфокоммуникаций был презентован новый в тот момент стандарт для беспроводных сетей Wi-Fi 6, он же IEEE 802.11ax. С середины 2020 г. Wi-Fi Alliance начал сертификацию устройств с поддержкой Wi-Fi 6, и на рынке появились устройства с соответствующими возможностями. Вроде бы ах, какой стандарт — под стать сетям 5G с максимальной скоростью передачи данных 9,6 Гбит/с. А вот уже стучится в дверь Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be), который сможет обеспечивать скорость скачивания данных до 30 Гбит/с (теоретически до 46 Гбит/с). Говорят, для передачи потокового видео на данном этапе это будет в самый раз, потому что будет меньше проблем с перегрузками (а они уже наблюдаются) и параллельно вырастет качество обслуживания.

Напомним, что стандарт Wi-Fi 6 способен работать в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц, а его главное преимущество — в повышении ёмкости и избавлении замусоренности каналов, как это было в IEEE 802.11n. Применённая в нём технология OFDMA позволяет более эффективно использовать спектр радиочастот, за что особенно благодарны сервис-провайдеры, поскольку теперь они смогут "упаковать тяжёлое" видео в 4K и 8K и уменьшить задержки его доставки. Адептам Интернета вещей (IoT) в то же время больше не придётся опасаться, что полсотни "умных лампочек" в квартире, которым обязательно нужен доступ в Интернет, будут воевать за каждый свободный кусочек радиочастот с холодильником и микроволновкой. Использование технологии многопользовательского беспроводного обмена данными с множественными входами и выходами — MU-MIMO (Multiple Input, Multiple Output) позволило превратить точки доступа в ошестинившегося антеннами ежа, благодаря чему каждая антенна работает с отдельным подключённым оконечным устройством, что дало возможность повысить общую пропускную способность. Теперь беспроводный маршрутизатор отправляет курьеров к каждому устройству, не беспокоя остальные.

Теперь же речь пошла о ещё более скоростном стандарте. Однако скорости — это хорошо, но сетевые перегрузки снова настигли потребителей, да и чудес не бывает, потому что указанные выше скорости должны быть подкреплены соответствующим радиочастотным ресурсом. Известно, что в США и Европе для работы нового стандарта беспроводной передачи данных планируется выделить дополнительные радиочастотные ресурсы, причём не в привычных для Wi-Fi весёлых загруженных диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц, а в диапазоне 6 ГГц и, разумеется, с весьма широкой полосой (иначе речь не шла бы о реальной скорости 30 Гбит/с).

Как отмечают специалисты, в диапазоне 2,4 ГГц стало тесно уже сравнительно давно, и крупные производители



соответствующего оборудования, вроде Cisco и Apple, рекомендуют своим клиентам переходить в диапазон 5 ГГц несмотря на то, что на 2,4 ГГц и дальше выше, и стоимость устройств ниже. На частоте 5 ГГц больше свободных каналов для работы Wi-Fi (23 неперекрывающихся канала), поэтому абонентские терминалы работают на скоростях до 1,3 Гбит/с против 400–600 Мбит/с в диапазоне 2,4 ГГц (три неперекрывающихся канала). Однако, если все устройства (не будем забывать о теоретических миллиардах терминалов из IoT) начнут использовать диапазон 5 ГГц, перегрузка не заставит себя ждать и там.

В соответствии с полученным прогнозом в Федеральной комиссии по связи США (FCC) начали искать способы расширения радиочастотного ресурса под системы Wi-Fi. Одним из вариантов могло быть использование радиочастот в диапазоне 5,9 ГГц, но ещё 20 лет назад он был отдан под создание интеллектуальных транспортных систем (ITS) для беспилотных авто и управления движением. Раз такое дело, пришлось пойти выше по диапазону. В FCC обратили внимание на диапазон 6 ГГц, который частично используется для спутниковой связи. Собственно, большинство действующих геостационарных спутниковых систем работают в диапазонах C (6/4 ГГц) и Ku (14/11 ГГц).

Свои опасения выразили представители коалиции фиксированных беспроводных коммуникаций (Fixed Wireless Communications Coalition, FWCC) и национальной ассоциации управления спектром (National Spectrum Management Association, NSMA). Они опасались, что использование диапазона 6 ГГц для Wi-Fi пагубно скажется на работе фиксированных каналов связи. Беспокойство также выразили власти Нью-Йорка, Лос-Анджелеса и Денвера. В этих городах диапазон 6 ГГц используют полицейские и пожарные службы. Была вероятность, что с распространением нового стандарта им придётся пересмотреть свою ИТ-инфраструктуру. Далее усилиями компании RKF Engineering Solutions при поддержке Apple, Facebook, Google, Microsoft, Broadcom, Qualcomm и других крупных игроков, включая Wi-Fi Alliance, были проведены исследования, показавшие, что использование диапазона 6 ГГц для Wi-Fi не создаст помехи для работы каналов связи упомянутых спутников. Крупные технологические корпорации заверили, что задействуют методы предотвращения помех, среди которых ограничение мощности передачи данных, динамический выбор частоты (DFS — Dynamic Frequency Selection), ограничение коэффициента усиления антенны и другие методы. Представители указанных выше компаний отмечали, что диапазон 6 ГГц позволит реализовать в сетях Wi-Fi (которые, в общем-то, являются дополнением сетей мобильной связи) стриминг в формате ultra-HD и проекты виртуальной и дополненной реальности (AR/VR). После некоторых колебаний FCC выдала разрешение на использование диапазона 6 ГГц для устройств стандарта Wi-Fi 6. Наконец,

23 апреля 2020 г. FCC провела голосование и разрешила использовать новый диапазон. В Wi-Fi Alliance уже подготовили спецификацию соответствующего протокола — Wi-Fi 6E.

Кстати, о применении технологии DFS производители беспроводных маршрутизаторов (а точнее, зарубежные регуляторы) задумались ещё при использовании начальных частот в диапазоне 5 ГГц, которые ранее были отведены для работы радаров и для военных целей. Этот дополнительный спектр стал доступен для Wi-Fi-трафика в 2007 г. Регуляторы поняли, что радары и прочие системы, под которые занят диапазон, во-первых, не расположены повсюду, а во-вторых, очень многие из них не работают круглосуточно. Таким образом, индустрия Wi-Fi могла бы перейти на эти частоты, пока их абонентские устройства реализуют механизм DFS, чтобы не мешать радиолокационным системам.

DFS действует примерно так. Когда он видит радиолокационный сигнал в одном из этих защищённых каналов, он быстро переносит весь трафик Wi-Fi на другую полосу. Маршрутизатор с DFS должен прослушивать весь спектр не менее 60 с, прежде чем объявлять канал свободным для использования, а затем продолжить прослушивание, пока на канале будет использоваться трафик Wi-Fi. Если механизм обнаруживает радиолокационный импульс, передатчик Wi-Fi должен очистить канал и оставить его на полчаса.

Получилось так, что до последнего времени в беспроводных сетях заботились в основном об увеличении скорости передачи данных, и лишь только недавно стали задумываться о доступном спектре, а точнее, об интеллектуальном выборе каналов. Возможно, в будущем предложенная технология DFS будет собирать информацию не только о радаров, но и о любых видах помех, а также отправлять эту информацию на облачный сервер. Специалисты уже называют это сетевой самооптимизацией.

В общем, с появлением Wi-Fi 6E стандарт получил самое важное обновление за 20 лет, и специалисты говорят, что его можно сравнить с отказом от обычной двухполосной дороги в пользу восьмиполосного скоростного шоссе. Правда, оборудование этого стандарта, работающее в диапазоне 6 ГГц, не сможет функционировать в России, поскольку данные частоты заняты средствами фиксированной радиосвязи и радиорелейными линиями связи. К тому же часть диапазона в будущем в РФ можно отдать под перспективные сети 5G.

Что касается других стран, согласно данным Wi-Fi Alliance по состоянию на начало года, зелёный свет использованию 6 ГГц для Wi-Fi дали Великобритания, Евросоюз, ОАЭ, Чили и Южная Корея. Рассмотрение данного вопроса в настоящее время заняты регулирующие органы, в частности, в Бразилии, Канаде, Мексике и Японии, а также в ряде других стран мира. Появление на мировом рынке устройств с поддержкой Wi-Fi 6E уже состоялось. К началу 2022 г., по прогнозам исследователь-

ской компании IDC, 20 % устройств, поставляемых с Wi-Fi 6, также будут поддерживать и Wi-Fi 6E. Но это, как мы понимаем, был лишь пролог.

Итак, институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) планирует к 2024 г. завершить работу над стандартом IEEE 802.11be (Wi-Fi 7). Он станет развитием стандарта IEEE 802.11ax. Итак, Wi-Fi 7 позволит использовать для передачи данных полосу частот 6 ГГц при сохранении полноценной поддержки 5 и 2,4 ГГц, к тому же три полосы частот смогут работать одновременно. Диапазоны 5 и 2,4 ГГц поддерживает и Wi-Fi 5, а в Wi-Fi 4 поддерживает 5 ГГц является опциональной (в ранних версиях Wi-Fi есть только 2,4 ГГц). Одновременная работа в обоих диапазонах в этих технологиях не предусмотрена. В свою очередь, Wi-Fi 7 сможет использовать два диапазона одновременно, а возможно, и все три (2,4 ГГц, 5 ГГц и 6 ГГц). Это можно сравнить с тремя одновременными разговорами по телефону. Для человека это непросто, а для компьютера вполне выполнимая задача.

Согласно уже имеющейся документации, новый стандарт 802.11be будет по-прежнему базироваться на технологии многоканального доступа с ортогональным частотным разделением (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access, OFDMA), но с применением другой модуляции. В Wi-Fi 7 заявлен отказ от использования квадратурной амплитудной модуляции сигнала 1024-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), применяемой в Wi-Fi 6, в пользу 4096-QAM. Этот вид модуляции сигнала представляет собой сумму двух несущих колебаний одной частоты, сдвинутых по фазе на 90 градусов относительно друг друга, каждое из которых модулировано по амплитуде своим сигналом. Переход на 4096-QAM и станет основной причиной скачка скорости передачи данных. А заключается он в умении помещать больше информации в радиосигнал посредством её сжатия.

Помимо этого, MU-MIMO в новой версии стандарта получит дальнейшее развитие в виде технологии CMU-MIMO (Coordinated Multi-User Multiple Input Multiple Output). Она представляет собой улучшенную версию технологии MU-MIMO. Последняя в настоящее время используется в Wi-Fi 6 и позволяет передавать восемь потоков данных одновременно, CMU-MIMO увеличит это число до 16. Другими словами, Wi-Fi 7 обеспечит стабильную передачу данных не на восемь, как Wi-Fi 6, а сразу на 16 устройств одновременно. Ожидается, что это даст увеличение пропускной способности на 20 %. Впрочем, разработчики считают данную технологию весьма сложной, которая может возникнуть при проектировании Wi-Fi 7, поэтому CMU-MIMO в новом стандарте будет продвигаться всего лишь как дополнительная опция, наряду с режимами с меньшим числом каналов.

Собственно, OFDMA и MU-MIMO — это взаимодополняющие технологии, что, кстати, с успехом используется в сетях 5G. В то время как OFDMA более чем удачно подходит для обслуживания





абонентских станций с низкой пропускной способностью, таких как IoT-датчиков, технология MU-MIMO увеличивает пропускную способность и эффективность в приложениях с высокой пропускной способностью вроде критически важных голосовых вызовов и особенно потокового видео.

Другим серьёзным прорывом Wi-Fi 7 станет увеличение ширины каналов до 320 МГц, что вдвое больше по сравнению с Wi-Fi 6. Расчёт на возможность использования столь широких частотных полос под каждый канал обусловлен перспективами адаптации частотного диапазона 6 ГГц для нужд беспроводных сетей на безлицензионной основе, по крайней мере, в некоторых странах, где этот диапазон уже изучается регуляторами на предмет использования с сетями Wi-Fi 6E.

Удвоение максимальной ширины каналов соответственно позволит удвоить производительность сетей Wi-Fi 7. Для увеличения пропускной способности стандарт также предусматривает комбинированное сочетание канальных полос 160+160 МГц, 240+180 МГц и 160+80 МГц, в том числе, с возможностью объединения частотных блоков в несмежных участках спектра.

Также в Wi-Fi 7 будет предусмотрена многоканальная работа, что позволит беспроводным устройствам передавать и принимать данные одновременно по разным каналам или в разных диапазонах с разделением каналов управления и обмена данными. Именно эта технология, по мнению разработчиков, обеспечит Wi-Fi 7 возможность значительного наращивания скорости обмена данными в сети из нескольких устройств наряду с повышением стабильности обмена трафиком за счёт снижения задержек. Также устройства Wi-Fi 7 смогут передавать и принимать данные посредством нескольких точек доступа. Данная технология агрегирования каналов ускорит адаптацию новых частотных диапазонов. В частности, в Великобритании идут разговоры о выделении для Wi-Fi полос в диапазоне 100 ГГц.

Создатели Wi-Fi 7 также учитывают тот факт, что к моменту коммерциализации стандарта частотный диапазон 6 ГГц будет изрядно загружен трафиком других бес-проводных сервисов, включая сотовые сети 5G. По этой причине в финальных спецификациях Wi-Fi 7 также появится разрабатываемый в настоящее время автоматический частотный координатор — AFC (Automated Frequency Coordinator), задачей которого является эффективное использование частотного спектра. Собственно, его задача в чём-то похожа на ту, что решает упомянутая выше технология DFS. Если речь идёт о точках доступа Wi-Fi вне помещений, то они могут ставить помеху работающим (и лицензированным) радиосредствам, которые работают в том же диапазоне. Поэтому любые новые нелицензированные пользователи (Wi-Fi) должны убедиться, что они не влияют на текущие услуги, предоставляемые через другие радиосредства. Как определено FCC, ответ на этот вопрос заключается

в создании способа координации использования спектра, чтобы избежать проблем с помехами. Основная концепция AFC заключается в том, что новое беспроводное устройство (точка доступа) будет обращаться к зарегистрированной базе данных, чтобы подтвердить, что его работа в диапазоне 6 ГГц не повлияет на зарегистрированного пользователя.

Провайдер AFC будет содержать базу данных существующих операторов диапазона 6 ГГц, включая геолокацию, частоты, уровни мощности, покрытие антенны и т. д. База данных AFC построена на области существующей базы данных FCC, в которой действующие пользователи должны регистрировать свои передатчики. Как только эта система будет задействована, может быть задана соответствующая мощность точки доступа Wi-Fi 7 в диапазоне 6 ГГц для работы вне помещений. Итак, перед началом работы стандартная точка доступа должна обратиться к локальной системе AFC для гармонизации частотной работы:

- связь может осуществляться напрямую от точки доступа к AFC или, что более вероятно, через прокси-сервер, такой как система управления сетью;

- как и действующий передатчик 6 ГГц, точка доступа должна предоставлять всю информацию о своём местоположении, покрытии и запланированных частотах и мощности;

- AFC либо одобрит запрос на использование, либо предоставит альтернативы, доступные каналы и т. д.;

- только после этого точка доступа 6 ГГц может начать работу.

Следует также заметить, что процесс работы AFC всё ещё находится в разработке, поэтому фактическое утверждение и конкретные правила ещё только предстоит определить. Как считают специалисты, вряд ли системы AFC будут введены в эксплуатацию до 2022 г.

Разработчикам Wi-Fi 7 также предстоит решить проблему энергоэффективности, ведь обработка нескольких потоков данных рискует уменьшить время работы мобильных устройств. Однако переход с Wi-Fi 5 на Wi-Fi 6 несколько лет назад сократил энергопотребление абонентских устройств на 40 %. Смогут ли специалисты IEEE достигнуть аналогичных показателей в Wi-Fi 7, станет известно через три года. Также новый стандарт будет включать улучшения на уровне безопасности и конфиденциальности, но подробности по этому направлению пока не сообщаются.

Конечно, многое будет зависеть и от существующей инфраструктуры оператора, который предоставляет услуги подключения, и от внутридомовых препятствий, которые могут влиять на прохождение беспроводного сигнала (например, толстые бетонные стены с прутьями арматуры внутри).

Посмотреть видео в Интернете, загрузить фотографии в социальную сеть, обменяться новостями с другом в мессенджере, а потом поиграть в любимую онлайн-игрушку, — казалось бы, для этих действий достаточно скоро-

стей, которые обеспечивает современный стандарт Wi-Fi 6. Но разрешение видеороликов с каждым годом растёт, а если учесть, что современные смартфоны обладают экранами UHD, есть соблазн посмотреть на них фильмы в ультравысоком 4K-разрешении. А "весьят" такие фильмы немало.

Камеры мобильных телефонов тоже становятся всё круче и круче, предлагая огромные размеры фотографий (в частности с расширением RAW), которые можно распечатать в плакатном разрешении, и "весьят" они столько, что можно минут пять ждать их загрузки в облако, особенно если соединение с Интернетом нестабильно. То же самое касается топовых онлайн-игр с передовой графикой.

Ускорить передачу данных потокового видео и больших файлов — это и есть главная задача Wi-Fi 7. Но изменение будет происходить в несколько этапов, начиная с улучшений Wi-Fi 6/6E, которые заложат основу для ожидаемого появления Wi-Fi 7 к весне 2024 г. А это позволяет нам говорить о том, что Wi-Fi 6 — лишь первая ступень ожидаемых улучшений, которая впоследствии станет основой для развёртывания инфраструктуры "умных" городов и "умной" жизни вообще. Гаджеты и так уже круглосуточно на связи с Интернетом, при этом объёмы потребляемой информации постоянно растут. Дальше — больше.

"Наша глобальная задача состоит в том, чтобы максимально быстро доставлять гигабайты информации в любую точку дома конечного потребителя услуг связи, — говорит вице-президент Qualcomm по развитию технологий В. К. Джонс. — В будущем каждый уголок вашего жилища сможет предоставить скорости подключения, в разы более высокие, чем по проводу".

Интересно, что максимальный рекорд сетей 5G составил 35 Гбит/с. Но при идеальных условиях и на частоте 70 ГГц. Нетрудно догадаться, что Wi-Fi 7 разрабатывается ещё и для того, чтобы не оставлять всю власть мобильных сетям 5G. На данный момент Wi-Fi 6 дополняет стандарт 5G, но с внедрением Wi-Fi 7 ситуация немного изменится, и уже стандарт 5G будет дополнять Wi-Fi 7. Однако это не последняя разработка, которой заняты инженеры.

В настоящее время Wi-Fi Alliance и IEEE разрабатывают ещё несколько стандартов. В частности, стандарт IEEE 802.11az предоставляет решение для геолокации. Ожидается, что он должен пройти сертификацию в 2023 г. Главная задача инженеров — реализация технологии Fine Time Measurement (FTM), определяющей расстояние между пользовательскими устройствами по RTT (Receive-Transmit Time или время приёма—передачи).

В телекоммуникациях RTT — это длительность в миллисекундах, которая требуется для сетевого запроса, чтобы перейти от начальной точки к месту назначения и обратно к начальной точке. RTT является важным показателем при определении состояния подключения по локальной сети или сети Интернет и обычно используется сете-



выми администраторами для диагностики скорости и надёжности сетевого соединения. В контексте компьютерных сетей сигнал обычно представляет собой пакет данных. RTT также известен как время ring и может быть определён с помощью команды ring.

Интересно, что это не первая попытка реализовать в Wi-Fi геолокацию. Несколько лет назад аналогичную функциональность реализовали в IEEE 802.11mc. Её даже тестировали в Google — корпорация выпустила приложение WifiRttScan, однако тогда стандарт не прижился из-за высокой погрешности в определении местоположения, которая превышала пять метров. Специалисты IEEE говорят, что теперь внесли в IEEE 802.11az ряд улучшений, например, добавили обработку сигналов с нескольких точек доступа, что позволило увеличить точность до одного метра. В перспективе это значенные обещают довести до нескольких сантиметров. Эксперименты исследовательского центра NYU Wireless показали, что это вполне возможно реализовать на диапазоне частот 140 ГГц.

Новый стандарт поможет отыскать потерянный в доме смартфон и расширит возможности управления IoT-устройствами (например, роботами-пылесосами). Технология может найти применение и в ритейле. В частности, крупные торговые центры устанавливают Bluetooth-маячки, которые помогают посетителям с навигацией на территории и отслеживают их перемещение (для сбора статистики по продажам). IEEE 802.11az позволит делать это без посторонних устройств средствами местной сети Wi-Fi. Однако же и это не всё.

В начале 2015 г. в прессе, с подачи ежедневника USA Today, по США прокатилась волна публикаций о ручном радаре Range-R, применяемом американской полицией и другими государст-

венными службами. Аппарат позволял видеть сквозь стены, а точнее, фиксировать движение внутри закрытых помещений. Причём чувствительность прибора была такова, что он мог почувствовать даже дыхание человека, притаившегося где-то в глубине здания за несколькими перегородками. Существование подобного устройства для многих журналистов, описывающих возможности Range-R, оказалось сюрпризом. Между тем такие радары уже давно массово выпускаются для нужд военных и спецслужб и, в частности, применяются ФБР в операциях по освобождению заложников, пожарными при поиске людей в завалах, службой федеральных маршалов, отлавливающей беглых преступников, и т. д. Раньше подобная техника была доступна лишь государственным службам, да и то не всем. Сегодня благодаря совершенствованию технологий и сопутствующему снижению цен ситуация меняется. Тот же Range-R стоит около 6 тыс. долл., а экспериментальные модели новых радарных систем вообще строятся на основе недорогих и общедоступных Wi-Fi-модулей. К 2021 г. все эти разработки позволили говорить о появлении очередного стандарта беспроводной связи.

Кстати, специалисты из китайского Университета науки и технологии ещё несколько лет назад использовали Wi-Fi для захвата движений и распознавания жестов. В то же время развивались инициативы, в рамках которых инженеры смотрели сквозь стены с помощью беспроводной технологии путём анализа изменений в электромагнитном поле, возникающих при движении объектов, а затем определяли их расположение. Однако такие проекты не выходили за пределы лабораторий, но только до недавнего времени — к 2024 г. IEEE обещает окончательно сформулировать стандарт IEEE 802.11bf со специализи-

рованной технологией SENS, превращающий Wi-Fi-устройства в сенсоры, способные определять объекты в пределах досягаемости сигнала.

В перспективе новый стандарт поспособствует развитию интересных технологий. Например, в Вашингтонском университете разработаны гаджеты, которые сделаны из пластика и передают данные по Wi-Fi без использования электроники. Трансляция информации происходит за счёт отражения сигнала маршрутизатора. В перспективе на подобных механизмах можно будет построить системы пассивных сенсоров.

Однако экспертов уже беспокоят потенциальные риски информационной безопасности, которые могут стать причиной утечек персональных данных. Ведь теоретически SENS позволит считывать даже нажатие клавиш на клавиатуре компьютера. К тому же по традиции разработчики увлечены, в первую очередь, реализацией чисто технических аспектов, а не вопросами информационной безопасности. Возможно, в будущем устройства, использующие эту технологию, будут предлагать отключить SENS совсем. Но нетрудно догадаться, как с этим, к примеру, будут поступать мошенники.

Вот так с помощью технологий беспроводной передачи данных человечество движется к получению способностей, которыми, как ему представляется, его обделила природа. Что из этого получится, покажет только время. И хочется надеяться, что вопросы информационной безопасности будут решены до массового распространения новых технологий.

По материалам [cnews.ru](https://cnews.ru),  
[3dnews.ru](https://3dnews.ru), [habr.com](https://habr.com), [nag.ru](https://nag.ru),  
[extremenetworks.com](https://extremenetworks.com), [kaspersky.ru](https://kaspersky.ru)

## НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт **В. ГУЛЯЕВ**, г. Астрахань

### РОССИЯ

**АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ.** Список вещающих в г. Астрахани радиостанций 14 октября пополнился ещё одной. С этого дня в городе на частоте 107,8 МГц запустили знаменитое танцевальное "Радио Рекорд".

Ранее в городе уже несколько раз запускали тестовое вещание этой радиостанции (например в 2012 г.). Велось оно на малой мощности. Полноценную лицензию по разным причинам получить не удавалось, поэтому периоды вещания были короткими. Лишь в конце прошлого года стало известно, что частота всё-таки получена и "Рекорду" в г. Астрахани быть.

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

Напомним, запущенное в 1995 г. в г. Санкт-Петербурге "Радио Рекорд" является первой отечественной танцевальной радиостанцией. В эфире — непрерывный микс из самых модных хитов и уже ставшей классикой музыки танцевальных жанров. "Рекорд" — организатор крупнейших в России танцевальных фестивалей, в частности, "Sensation", "Trancemission" и "Пиратской станции". В сентябре 2018 г. жанр радиостанции изменился, и доля танцевальной музыки была уменьшена. Однако в июне 2021 г. она всё-таки вернулась к своему традиционному формату (источник — URL: <https://arbuzztoday.ru/v-astraxani-nachalo-veshhanie-tancevalnoe-radio-rekord/> (21.10.21)).

**ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ.** С 1 октября в г. Череповце на частоте 105 МГц началось вещание радиостанции "Love

Radio" (источник — URL: [https://vk.com/35media?w=wall-174159338\\_1196](https://vk.com/35media?w=wall-174159338_1196) (21.10.21)).

**КАЛМЫКИЯ.** Радиостанция "Пи FM" с 1 октября — в эфире столицы Калмыкии г. Элисты на частоте 107,1 МГц (источник — URL: [https://vk.com/pifmradio?w=wall-23006618\\_9174](https://vk.com/pifmradio?w=wall-23006618_9174) (21.10.21)).

**КАЛУЖСКАЯ ОБЛ.** 7 октября в г. Людиново на частоте 100,5 МГц началось вещание радиостанции "Соль FM", которая находится в г. Соликамске (источник — URL: [https://vk.com/solfm?w=wall-124518429\\_235830](https://vk.com/solfm?w=wall-124518429_235830) (21.10.21)).

**КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ.** 6 октября филиал РТРС "Краснодарский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в г. Тимашевске. Трансляция с радиотелевизионной передающей станции на хуторе Садовый ведётся на частоте 93,4 МГц. Передатчик мощностью 100 Вт, передающая антенна установлена на высоте 85 м (источник — URL: <https://krasnodar.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio>



**rossii-v-gorode-timashevske/** (21.10.21)).

**КУРГАНСКАЯ ОБЛ.** В г. Шадринске 8 октября на частоте 101,7 МГц включена радиостанция "Радио L". Высота подвеса антенны — 184 м, мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: [https://vk.com/kuradiotv?w=wall-19704386\\_2458](https://vk.com/kuradiotv?w=wall-19704386_2458) (21.10.21)).

**КУРСКАЯ ОБЛ.** 16 сентября в г. Курске на частоте 98 МГц началось вещание "Радио Шансон" (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/8340.html> (21.10.21)).

**ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** Радиостанция "Европа плюс" в г. Тосно с 7 октября вещает на новой частоте — 100,1 МГц (источник — URL: [https://vk.com/online\\_tosno?w=wall-141017038\\_10302](https://vk.com/online_tosno?w=wall-141017038_10302) (21.10.21)).

19 октября в г. Тосно появилась новая радиостанция "Волхов-VFM" на частоте 97,8 МГц. Станция начала работу в г. Волхов ещё в 2013 г. Сегодня число городов вещания насчитывает уже пять (источник — URL: [https://vk.com/online\\_tosno?w=wall-141017038\\_10567](https://vk.com/online_tosno?w=wall-141017038_10567) (21.10.21)).

**МАРИЙ ЭЛ.** 7 сентября филиал РТРС "РТПЦ Республики Марий Эл" начал трансляцию радиостанции "Радио России" на частоте 106,6 МГц в г. Звенигово и на частоте 100,1 МГц в пос. Красногорском. Радиостанция вещает ежедневно с 05.00 до 01.00 (время московское). В эфирной сетке предусмотрены блоки региональных программ ГТРК "Марий Эл". Мощность передатчиков в Звенигово и Красногорском — 100 Вт (источник — URL: <https://mari-el.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-zvenigovskom-rayone-respubliki-mariy-el/> (21.10.21)).

11 октября филиал РТРС "РТПЦ Республики Марий Эл" начал трансляцию "Радио России на радиотелевизионной станции (РТС) в г. Козьмодемьянске (Горномарийский район) на частоте 104,7 МГц. Запуск этого передатчика на РТС "Козьмодемьянск" завершил региональный этап совместной масштабной программы ВГТРК и РТРС по созданию новой сети вещания радиостанций "Радио России", "Маяк" и "Вести FM" (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_17315](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_17315) (21.10.21)).

**ПЕРМСКИЙ КРАЙ.** 7 октября вещание радиостанции "Радио Monte Carlo" стартовало в одном из крупнейших городов Предуралья — Перми. Лучшие хиты XX и XXI века зазвучали здесь на частоте 107,2 МГц.

За 2021 г. к сети вещания "Радио Monte Carlo" присоединилось несколько крупных городов: Казань, Хабаровск, Тольятти и другие. Радиостанция запустила вещание и на полуострове Крым в г. Симферополе.

**ПРИМОРСКИЙ КРАЙ.** Филиал РТРС "Приморский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" с телевизионной передающей станции в г. Дальнереченске. Вещание радиостанции на частоте 69,32 МГц прекращено. Трансляция "Радио России" теперь ведётся на частоте 95,8 МГц. Передатчик мощностью 1 кВт охватывает сигналом

жителей Дальнереченского и Лесозаводского округов, а также Дальнереченского, Пожарского и Красноармейского районов.

"Радио России" транслируется со вставками региональных программ ГТРК "Владивосток" ("Приморское радио") (источник — URL: <https://vladivostok.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-dalnerenchenske/> (21.10.21)).

**РОСТОВСКАЯ ОБЛ.** Ещё один город вошёл в сеть вещания "Радио Искатель". С 14 сентября радиостанцию можно слушать в г. Каменске-Шахтинском на частоте 104,2 МГц (источник — URL: [https://vk.com/wall-97303258\\_20422](https://vk.com/wall-97303258_20422) (21.10.21)).

**РЯЗАНСКАЯ ОБЛ.** Радиостанции "ТКР-ФМ" исполнился один год. Новое радио появилось в г. Рязани год назад на частоте 93,2 МГц. За время своего существования радиостанция заняла ещё восемь частот в районах. С начала октября этого года "ТКР-ФМ" продолжит расширять зону своего вещания в Рязанской области, она начнёт трансляцию в Клепиковском, Касимовском, Скопинском и Сасовском районах, а также в городах Шацке и Скопине (источник — URL: <https://rzn.mk.ru/social/2021/09/28/radiostanciya-tkr-fm-otmetila-pervyy-den-rozhdeniya.html> (21.10.21)).

В настоящее время радиостанция "ТКР-ФМ", вещает на 14 частотах. В г. Рязани — на частоте 93,2 МГц; г. Касимове — на частоте 102,4 МГц; в Касимовском районе — на частоте 98,4 МГц; в Кадамском районе — на частоте 99,3 МГц; в Клепиковском районе — на частоте 88,2 МГц; в Милославском районе — на частоте 104,1 МГц; в Пронском районе — на частоте 99,3 МГц; в Рязанском районе — на частоте 103,0 МГц; в Сараевском районе — на частоте 100,4 МГц; в Сасовском районе — на частоте 101,6 МГц; в Скопинском районе — на частоте 106,1 МГц; в Шацком районе — на частоте 100,6 МГц; в Спасском и Шиловском районах — на частоте 107,5 МГц; в г. Сасове — на частоте 104,5 МГц (источник — URL: <https://7info.ru/radiostanciya-tkr-fm-vyshla-na-polnoe-pokrytie-ryazanskogo-regiona/> (21.10.21)).

**САМАРСКАЯ ОБЛ.** 13 октября филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Studio 21" с передающей станции "Жигулёвск". Частота вещания — 95,5 МГц. Передатчик мощностью 1 кВт охватывает сигналом 841 тысячу жителей городов Жигулёвска и Тольятти, а также близлежащих населённых пунктов. Режим вещания — ежедневный, круглосуточный (источник — URL: <https://samara.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-studio-21-v-tolyatti-i-zhigulevske/> (21.10.21)).

**СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ.** В г. Серове с 1 октября начались трансляции радиостанции "Маруся FM" на частоте 102,1 МГц (источник — URL: [https://vk.com/ekbradiotv?w=wall-20890825\\_28804](https://vk.com/ekbradiotv?w=wall-20890825_28804) (21.10.21)).

**СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ.** К сети радиостанций Наше радио" присоединился

ещё один город. 1 октября радиостанция начала свою работу в г. Смоленске. Частота вещания — 90,9 МГц (источник — URL: <https://nsn.fm/music/nashe-radio-nachalo-veschat-v-smolenske> (21.10.21)).

**СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ.** В июне 2021 г. Георгиевская епархия получила разрешение на использование радиочастот для эфирного вещания "Радио "Вера" в ряде населённых пунктов юго-востока Ставропольского края. Это города Будённовск (частота вещания — 101,7 МГц), Благодарный (101,2 МГц) и Нефтекумск (100,4 МГц), а также села Александровское (101,9 МГц) и Арзгир (103,8 МГц).

В настоящее время ведутся технические работы, необходимые для начала вещания радиостанции "Вера" в этих населённых пунктах и их окрестностях, благодаря чему радио станет доступно жителям большей части территории Георгиевской епархии. Первыми получили такую возможность жители села Александровского. Уверенный приём радиостанции "Вера" в этом населённом пункте удалось организовать с 11 сентября (источник — URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/5842800.html> (21.10.21)).

**ТАМБОВСКАЯ ОБЛ.** 1 октября филиал РТРС "Тамбовский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Юмор FM" в городах Моршанске и Уварово. Частота вещания в Моршанске — 105,4 МГц, в Уварово — 100,2 МГц. Передатчики мощностью 100 Вт охватывают сигналом жителей г. Моршанска, Моршанского района и жителей Уварова и Уваровского района (источник — URL: <https://tambov.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-yumor-fm-v-morshanske-i-uvarovo/> (21.10.21)).

**ТАТАРСТАН.** Радиостанция "Дорожное радио-Бугульма" в эфире с 30 сентября на частоте 97,5 МГц. Мощность передатчика — 10 Вт (источник — URL: [https://vk.com/wall-14553046\\_46595?w=wall-14553046\\_46595](https://vk.com/wall-14553046_46595?w=wall-14553046_46595) (21.10.21)).

**УЛЬЯНОВСКАЯ ОБЛ.** 11 октября в г. Димитровграде начали вещание сразу две государственные радиостанции, "Маяк" — на частоте 95,8 МГц и "Вести FM" — на частоте 98,7 МГц (источник — URL: [https://vk.com/dimitrovgradio?w=wall-17588636\\_1329](https://vk.com/dimitrovgradio?w=wall-17588636_1329) (21.10.21)).

**ХАКАСИЯ.** Филиал РТРС "РТПЦ Республики Хакасия" 6 сентября на частоте 92,5 МГц начал трансляцию "Радио России" в с. Новомихайловке Алтайского района.

С 11 октября прекращено эфирное вещание радиоканала "Радио Россия" на частоте 69,23 МГц (источник — URL: <https://abakan.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-v-fm-diapazone-v-novomikhaylovke/> (21.10.21)).

**ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ.** В г. Южноуральске 15 сентября началось вещание радиостанции "L-Radio" на частоте 107,6 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: [https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524\\_36394](https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_36394) (21.10.21)).



**ЧУВАШИЯ.** Радиостанция "Рекорд" появилась 30 сентября в эфире столицы республики г. Чебоксары на частоте 101,5 МГц (вместо ранее транслировавшейся радиостанции "Авторадио").

**ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ.** В Рыбинском районе 1 октября на частоте 89 МГц начала работу радиостанция "Вести-FM". "Теперь во втором по величине городе в области — Рыбинске слышны все три наши радиостанции: "Радио России", "Маяк" и "Вести-FM", — отметил директор ГТРК "Ярославия" Яна Карушкина.

"Установленный мощный передатчик позволяет охватить территорию радиусом в 43 км. Улучшилось качество звучания, и все передачи идут в стереорежиме. Это не последний объект в ГТРК "Ярославия", который мы запускаем в этом году", — отметил заместитель директора департамента информатизации и связи Ярославской области Николай Кузякин.

В планах на ближайшее будущее — запуск "Радио России" в городах Углич и Переславле-Залесском. А весной следующего года ещё и в г. Ростове (источник — URL: <https://vesti-yaroslavl.ru/novosti/item/56945-v-rybinskom-rajone-nachala-rabotu-radiostantsiya-vesti-fm> (21.10.21)).

## ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

**АВСТРИЯ.** "ТрансМировое радио" для трансляции религиозных программ в зимнем сезоне на русском, украинском и белорусском языках запланировало частоту 999 кГц (передатчик в Приднестровье мощностью 500 кВт) с 18.30 до 20.35 (по субботам — до 20.15, по воскресеньям — до 20.10). Время вещания в течение сезона может быть скорректировано (источник — расписание, предоставленное радиостанцией).

**БЕЛАРУСЬ.** С 1 октября отличные песни на "Народном радио" будут звучать на новой частоте 87,9 МГц в г. Минске (источник — URL: <http://narodnoeradio.by/> (21.10.21)).

**ГЕРМАНИЯ/РОССИЯ.** Радиостанция "Голос Анд" (HCSJB) с религиозными программами в зимнем сезоне будет в эфире на частоте 9500 кГц с 15.30 до 16.30 по субботам с использованием 100-киловаттного передатчика "Media Broadcast" в местечке Науэн, Германия. Первые 30 минут вещание на русском языке, следующие полчаса — на чеченском. Программы готовятся и записываются в г. Воронеже (источник — информация от главного редактора радиостанции).

**ИРЛАНДИЯ.** Давно работающая в эфире длинноволновая радиостанция Ирландии RTI 252 снова появилась с вещанием после периода технического обслуживания, начавшегося в июне этого года. Станция транслирует общественный радиоканал "RTI Radio 1" на частоте 252 кГц.

В настоящее время RTI вещает в дневное время с мощностью 150 кВт — это лишь небольшая часть от 500 кВт, на которые станция имеет лицензию.

Станция относительно дорога в эксплуатации и обслуживании, поэтому было предложено закрыть RTI 252 ещё

в 2014 г. Однако волнения и возмущение слушателей по всей Ирландии и Великобритании заставили вещательную компанию отменить отключение в 2019 г., в конечном итоге решив провести техническое обслуживание в текущем году (источник — URL: <https://www.radiosurvivor.com/2021/09/irelands-longwave-radio-rte-252-is-back-on-the-air/> (21.10.21)).

**КАЗАХСТАН.** Радиостанция "Шалкар" стала доступна для более 20000 жителей Павлодарской области после монтажа и наладки в конце сентября на радиотелевизионной станции "Аккулы" передающего антенно-фидерного устройства.

В зону охвата вышеуказанной РТС попадают 37 населённых пунктов Майского, Лебяжинского и Павлодарского районов области. Принять сигнал радиопрограммы "Шалкар" можно будет на частоте 104,4 МГц.

**КИТАЙ.** То самое именитое и знаменитое "Международное радио Китая" ("China Radio International" — CRI), которое в данной рубрике до сих пор приводилось как некий эталон в радиовещании, в последнее время резко изменило свою работу.

С начала сентября на некоторых частотах (не на всех), на которых раньше шла трансляция передач, теперь звучит музыка без каких-либо анонсов. Это новшество затрагивает вещание на албанском, болгарском, хорватском, чешском, итальянском, корейском и некоторых других языках.

Без изменений остаётся радиовещание на английском, русском, французском, арабском, японском, вьетнамском и других языках. Вещание на немецком языке CRI прекратило в августе этого года.

Почти в то же время постепенно сокращаются или прекращаются трансляции на средних волнах. Это касается, прежде всего, передатчика, работавшего на частоте 1521 кГц с мощностью 500 кВт, сигнал которого на русском языке был слышен практически во всех странах бывшего Советского Союза. Ещё один передатчик, транслировавший программы на частоте 1323 кГц для регионов Дальнего Востока России и Средней Азии, тоже замолк.

Причём все эти события происходят без каких-либо комментариев со стороны китайских вещателей, поскольку это государство практически никогда ничего не комментирует. Давайте ждёмся зимнего расписания CRI (это планируется в следующем выпуске рубрики) и увидим, какие ещё нововведения нас ожидают.

Ну, а уж почему это происходит, скорее всего, останется только строить догадки (источник — собственные наблюдения автора рубрики).

**КОРЕЯ.** С 31 октября передачи радиостанции KBS будут выходить в эфир ежедневно с 12.00 до 13.00 на частоте 1170 кГц, с 13.00 до 14.00 — на частоте 9645 кГц и с 18.00 до 19.00 — на частоте 6040 кГц (источник — URL: [http://world.kbs.co.kr/service/program\\_notice\\_view.htm?lang=r&procode=one&bbs=one\\_notice&no=39136](http://world.kbs.co.kr/service/program_notice_view.htm?lang=r&procode=one&bbs=one_notice&no=39136) (21.10.21)).

**РУМЫНИЯ.** "ИнтерРадио Румыния" на русском языке в зимнем сезоне планирует трансляции:

с 05.30 до 05.56 — на частотах 5940 кГц (DRM) и 7330 кГц;

с 14.00 до 14.56 — на частотах 7350 и 9490 кГц;

с 16.00 до 16.26 — на частотах 6030 (DRM) и 7290 кГц.

(источник — анонс радиостанции).

"ИнтерРадио Румыния" на украинском языке в зимнем сезоне планирует вещание по следующему расписанию:

с 16.00 до 16.30 и с 18.00 до 18.30 — на частоте 5955 кГц;

с 20.00 до 20.30 — на частоте 5930 кГц.

**США.** Признавая важность государства Мали на африканском континенте, радиостанция "Голос Америки" (VOA) запустила вещание на языке бамбара (Bambara) с 22 сентября, в день национальной независимости Мали. Основная цель — выпускать авторитетные новости и информацию для миллионов малийцев. Вообще-то трансляции VOA на языке Bambara начались в 2013 г. в рамках вещания УКВ-станций в Бамако, Гао и Тимбукту, но только на цифровых платформах в Интернете.

Новая сетка вещания будет включать ежедневное утреннее шоу, прямую трансляцию из Бамако и другой контент для жителей Буркина-Фасо и Кот-д'Ивуара (источник — URL: <https://www.bclnews.it/2021/09/25/voice-of-america-launches-bambara-language-service/> (21.10.21)).

**УКРАИНА.** Национальный совет Украины по вопросам радио и телевидения по итогам рассмотрения заявки Центральной телерадиостудии Министерства обороны Украины, 16 сентября 2021 г. принял решение № 1277 "...разрешить радиостанции "Армія FM" временное вещание на частоте 810 кГц из г. Горняк Покровского района Донецкой области".

Для вещания используется мачта ООО "Телесеть Украины" и передатчик мощностью 10 кВт. Территория, заявленная в разрешении, — Крым, Днепропетровская, Донецкая, Запорожская, Кировоградская, Луганская, Николаевская, Полтавская, Сумская, Харьковская и Херсонская области. Срок действия разрешения на временное вещание — один год с даты принятия решения (источник — URL: <https://www.nrada.gov.ua/decisions/pro-vidachutsentralnij-teleradiostudiyi-ministerstva-oborony-ukrayiny-m-kyiv-pozvyvny-armiya-fm-vijskove-radio-dozvol-na-ty-mch-as-ove-movlennya-naterytoriyah-z-osoblyvym-rezhymom-movlennya-13/> (21.10.21)).

**ФРАНЦИЯ.** 12 октября Франция запустила два новых национальных мультиплекса, транслирующих 25 станций формата DAB+, включая национальные службы "Radio France" и основные частные радиостанции. Новые мультиплексы транслируются по основным "коридорам" автомагистрали Париж-Лион-Марсель. В число 25 сервисов входят три новых станции, существующие только в DAB+ и 22 станции, которые также транслируются в диапазоне УКВ ЧМ. Эти 25 радиостанций добавлены к



сотням вещателей, уже доступных на региональном и местном уровне на DAB+.

План развёртывания DAB+ направлен на доведение охвата населения во Франции до 50 % к 2022 г. В декабре 2018 г. покрытие DAB+ достигло 21,3 % населения Франции, что привело к принятию закона, требующего, чтобы все радиоприёмники (в том числе автомобильные), продаваемые во Франции, были совместимы со стандартами вещания DAB+ (источник — URL: <https://www.worlddab.org/countries/france> (21.10.21)).

**ЧЕХИЯ.** С начала сентября радиостанция "Český rozhlas Dvojka" (вторая программа "Чешского радио" — "Двойка") передаёт в эфире информацию о закрытии своего вещания на средних волнах. В конце текущего года "Чешское радио" прекратит полностью трансляции на средних и длинных волнах.

В связи с этим в эфире "Двойки" звучит соответствующее сообщение, цель которого — подготовить слушателей к отключению вещания, которое произойдёт 31 декабря 2021 г. Ближе к этой дате данные

сообщения будут появляться в эфире чаще. AM-вещание является очень затратным для "Чешского радио". Директор общественного департамента Рене Заворал неоднократно подтверждал, что затраты составляют несколько десятков миллионов крон в год (источники — URL: <https://mediumwave.info/2021/09/21/czech-republic-9/> и <https://portal.rozhlas.cz/tipy-jak-naladit-cesky-rozhlas-na-vlnach-am-8142714> (21.10.21)).

*Хорошего приёма и 73!*

## ЛАТР + стабилизатор переменного напряжения

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Всегда хотелось иметь в хозяйстве (ЛАТР) для проверки и налаживания лабораторный автотрансформатор различных радиоэлектронных уст-

ройств. Но ЛАТР мощностью до 1 кВт мне неинтересен, а мощностью 10 кВт — это то, что надо. И вот однажды мне удалось приобрести тороидальный трансформатор с ползунковым регулятором от неисправного стабилизатора переменного напряжения мощностью 10 кВт с электрическим механизмом управления ползунком. Самый простой способ сделать из него ЛАТР — это удалить мотор-редуктор, вместо него поставить рукоятку и можно регулировать напряжение в нужную сторону, но это слишком просто. Раз есть электрическое устройство управления ползунком, к

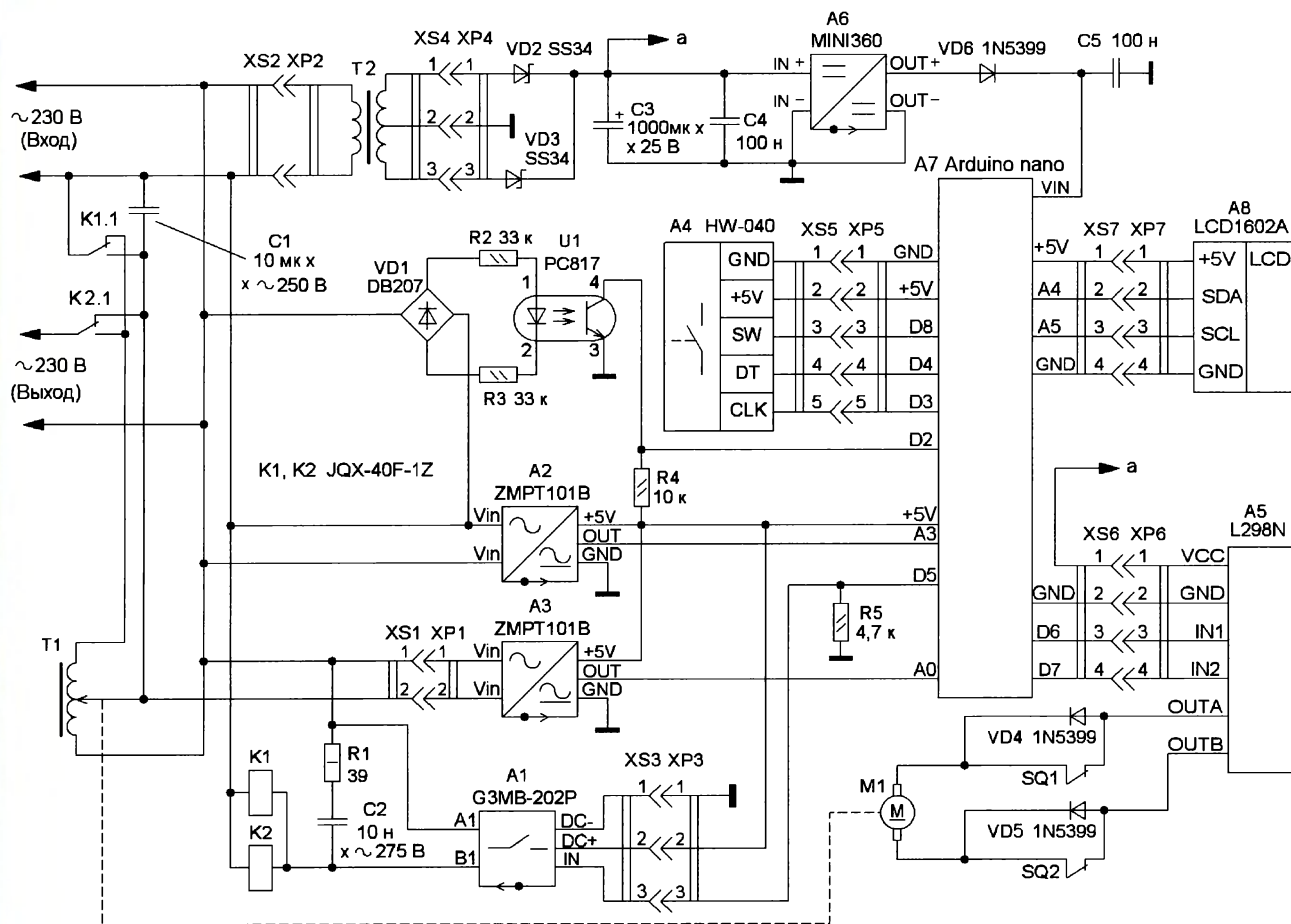


Рис. 1





Рис. 2

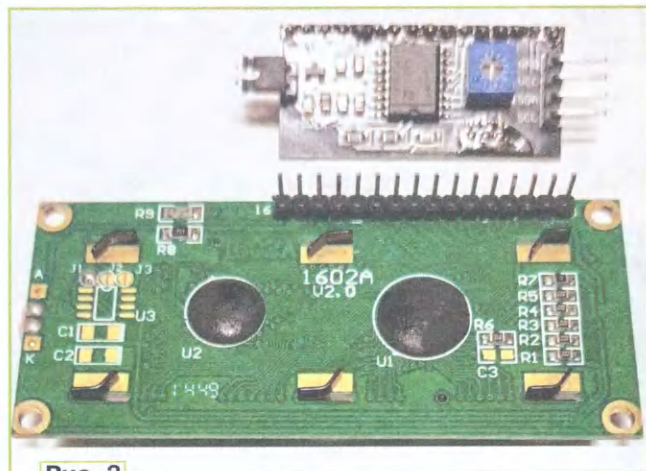


Рис. 3

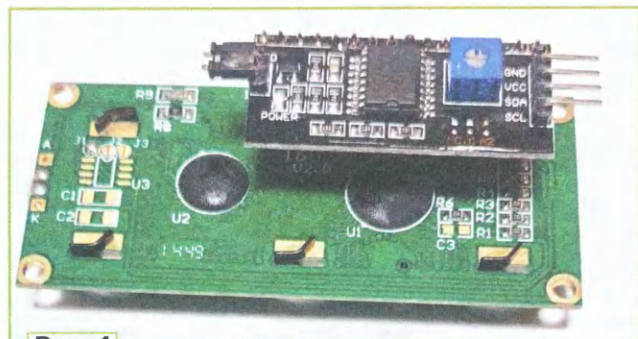


Рис. 4

нему можно подключить драйвер двигателя на модуле L298N, но им надо как-то управлять, значит ставим Arduino nano, чтобы было можно регулировать выходное напряжение переменным резистором, а лучше энкодером. Чтобы автоматика работала, она должна получать информацию о состоянии входного и выходного переменного напряжения, для этого подойдут модули датчиков напряжения ZMPT101B. Собирался сделать ЛАТР, а в конечном итоге получил стабилизатор переменного напряжения, поскольку при установке нужного выходного напряжения устройство поддерживает его на заданном уровне.

Схема этого устройства показана на рис. 1. Оно состоит из узла управления на модуле Arduino nano (A7), двух модулей ZMPT101B, контролирующих входное (модуль A2) и выходное (модуль A3) напряжения устройства. Модули A2 и A3 преобразуют высокое переменное напряжение сети в низкое, безопасное для работы микроконтроллера и имеют

гальваническую развязку между входом и выходом. Модуль A1 собран на основе твердотельного реле переменного напряжения на симисторе, он включает мощные реле K1 и K2 с током коммутации до 40 А, переключающие тороидальный трансформатор T1 из режима понижающего в режим повышающего автотрансформатора. Обмотки этих реле рассчитаны на питание переменным напряжением 230 В. На диодном мосте VD1 и оптроне U1 собран датчик перехода переменного напряжения через ноль, резисторы R2 и R3 — токоограничивающие. Датчик обнаружения перехода переменного напряжения через ноль нужен для синхронизации переключения реле K1, K2 в момент этого перехода, чтобы исключить переключение контактов реле под нагрузкой. Конденсатор C1, подключенный к контактам реле K1, подавляет

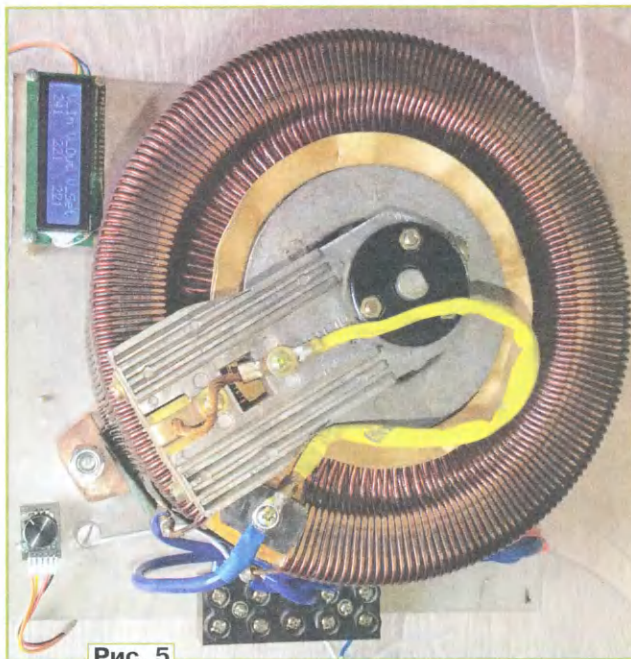


Рис. 5

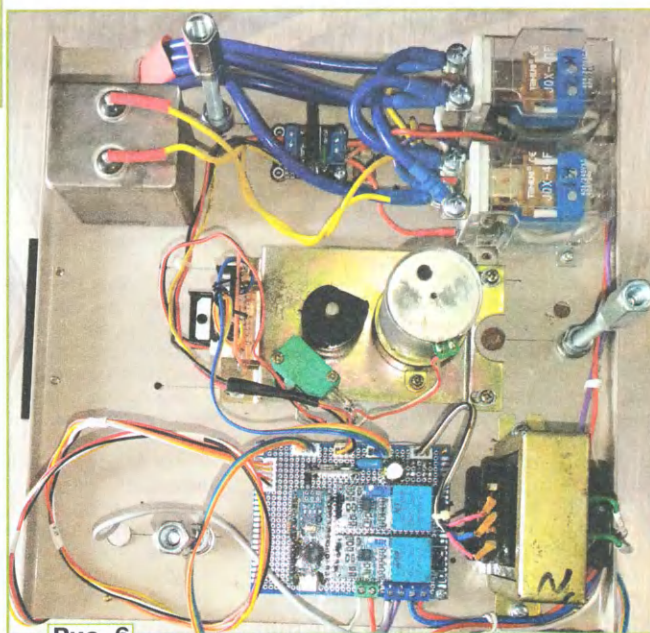


Рис. 6

помехи в момент переключения реле, без него микроконтроллер может "зависнуть". Электродвигателем ползунка управляет модуль A5 на основе микросхемы L298N, SQ1 и SQ2 — концевые выключатели крайних положений ползунка. Управляется устройство с помощью энкодера HW-040 A4, интервал регулировки выходного напряжения — 5...250 В. На узел индикации — модуль A8 выводятся три параметра: входное напряжение, выходное напряжение и устанавливаемое напряжение, как показано на рис. 2. Дисплей A8 подключается к плате Arduino через преобразователь последовательного интерфейса в параллельный, собранный на микросхеме PCF8574AT, по шине I<sup>2</sup>C, как показано на рис. 3 и рис. 4. Они



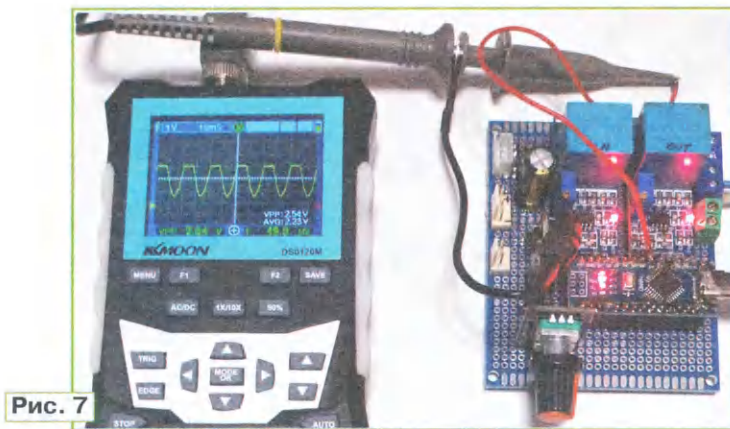


Рис. 7

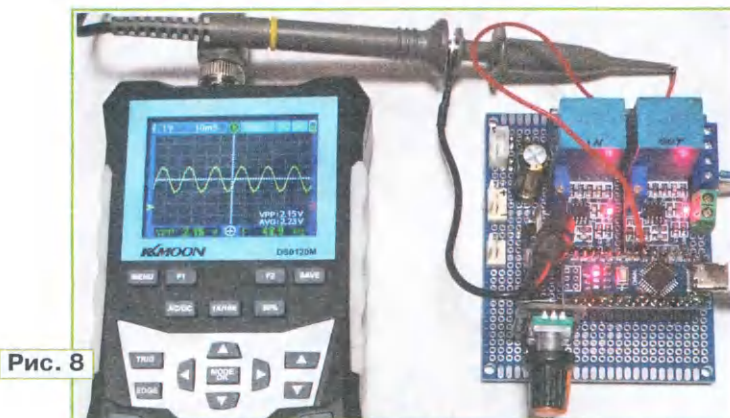


Рис. 8

соединяются между собой с помощью разъёма в сендвич (на схеме конвертер не показан).

Питается устройство от трансформатора Т2 с вторичной обмоткой с отводом посередине. Переменное напряжение 2х12 В выпрямляется диодами VD2, VD3, пульсации сглаживает конденсатор С3. В результате на выходе выпрямителя получается около 15 В постоянного напряжения. Модуль А6 на микросхеме MINI360 понижает это напряжение до 9 В для безопасного питания модуля Arduino nano.

При включении устройства модуль А7 производит инициализацию всех модулей, применённых в устройстве, измеряет входное, выходное напряжения и по полученным данным управляет электроприводом ползунка, устанавливая его в требуемое положение. Выходное напряжение при включении по умолчанию установлено 200 В. Если установленное напряжение больше, чем напряжение на входе, модуль А7 переключает устройство с помощью двух реле из режима понижающего в режим повышающего автотрансформатора. Для уменьшения качания ползунка при близкой к нулю разнице между заданными и измеренным напряжениями установлен гистерезис  $\pm 3$  В. Для снижения скорости перемещения ползунка напряжение питания электродвигателя ограничено с помощью ШИ-регулирования. Из-за инерции регулирования выходного напряжения устройство не успевает реагировать на изменение напряжения, и ползунок может качаться после установки заданного выходного

напряжения. Кому интересно, применив библиотеку PID-регулирования, можно исключить качание ползунка, но меня устроило то, что получилось, и я не стал усложнять программ.

Собрано устройство на металлическом основании от заводского стабилизатора (доставшегося в наследство вместе с трансформатором) размерами 270х270 мм. Трансформатор закреплён сверху (рис. 5), а вся электроника — на нижней стороне металлического основания (рис. 6). Монтаж силовой части проведён медными изолированными проводами сечением 6 мм<sup>2</sup> с напрессованными наконечниками.

Все платы и модули закреплены на латунных стойках высотой 10 мм. В конечном итоге вся конструкция будет обшита стеклотекстолитом толщиной 2 мм, на котором будут закреплены элементы управления, индикации, входные и выходные разъёмы. В авторском варианте большинство деталей установлено на макетной печатной плате. На плате управления размещены модули А2, А3, А6, а элементы датчика ноля размещены с обратной стороны платы.

Для изготовления платы можно использовать односторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5...2 мм. Применены в основном резисторы МЛТ, резисторы R2 и R3 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206, оксидные конденсаторы — К50-35, остальные — плёночные К73-17 или аналоги иностранного производства, диоды VD2, VD3 — также SMD. Конденсатор С1 — МБГЧ-1. Резистор R1 и конденсатор С2 припаяны к выход-

ному разъёму модуля А1. Трансформатор Т2 — от того же стабилизатора, у него вторичная обмотка со средним выводом, и каждая половина выдаёт по 12 В переменного напряжения.

Налаживание устройства заключается в регулировке толкателей концевых выключателей SQ1 и SQ2 и модулей А2, А3. Поскольку в этих модулях применены ОУ, на их выходах вместе с переменной составляющей присутствует и постоянная (половина напряжения питания), поэтому требуется установить значение переменной составляющей, по которой происходит измерение входного и выходного напряжения. При превышении амплитуды переменного напряжения 2,5 В происходит искажение синусоиды в верхней части (рис. 7), что влияет на показания вольтметра и работу устройства. На осциллограмме параметр VPP — это переменная составляющая, при входном напряжении 220 В надо подстроечным резистором модуля установить амплитуду синусоиды 2 В, тогда при входном напряжении 250 В не произойдёт ограничение синусоиды, как показано на рис. 8.

Чтобы показания вольтметров были правильные, в программе-скетче надо экспериментально подобрать переменные для калибровки модулей ZMPT101B в строках:

```
#define VOLT_CAL_In 300 — переменная калибровки входного напряжения;
#define VOLT_CAL_Out 325 — переменная калибровки выходного напряжения
```

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

**От редакции.** На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/latr.zip> находятся скетч и авторский вариант чертежа печатной платы, а по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/latrvideo.zip> — видеозапись работы устройства.

## МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

### Для Вас, радиолюбители!

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

Бесплатный каталог.

**426072, г. Ижевск, а/я 1333.**

ИП Зиннатова Р. К.

Тел. 8-912-443-11-24,

rtc-prometej@yandex.ru

\* \* \*

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](mailto:micro51@mail.ru)

т. +7-912-619-5167



# Зарядное устройство ...из кубиков

С. БИРЮКОВ, г. Москва

*Появление на рынке недорогих сетевых источников питания AC/DC и преобразователей напряжения DC/DC во многом упростило конструирование различных радиолюбительских устройств. Автор демонстрирует построение зарядного устройства для свинцово-кислотных аккумуляторных батарей на основе готовых блоков при минимальном дополнении их внешними элементами.*

Для двух свинцово-кислотных аккумуляторных батарей номинальным напряжением 6 В ёмкостью 4,5 А·ч, включённых параллельно в детском электромотоцикле, потребовалось зарядное устройство с выходным напряжением 7,3 В и ограничением тока на уровне 1...1,2 А. В наличии были ранее приобретённые сетевой импульсный

го зарядного устройства необходимо было ввести в преобразователь DC/DC ограничение тока на необходимом уровне.

Для решения этой задачи удобно использовать миниатюрную трёхвыводную микросхему ZXCT1009F [1—3]. Эта микросхема преобразует небольшое напряжение между двумя вывода-

на на рис. 2, внешний вид — на рис. 3. Выходное напряжение регулируют подстроечным резистором R1. Микросхема DA1 (рис. 2) регулировкой скважности генерируемых импульсов и, в результате, выходного напряжения, поддерживает на своём входе FB (вывод 4) напряжение 1,25 В.

В зарядном устройстве к движку подстроечного резистора R1 (этот вывод находится под регулировочным винтом) подключён эмиттер транзистора VT1 (рис. 1). На базу этого транзистора подаётся напряжение, пропорциональное выходному току микросхемы DA1 ZXCT1009F (рис. 1), который, в свою очередь, пропорционален выходному току устройства.

Рассмотрим, как будет происходить ограничение тока в устройстве по схеме рис. 1. Пока выходной ток  $I_{\text{вых}}$  имеет небольшое значение, например, 0,2 А, падение напряжения на резисторе R1 (рис. 1) будет также невелико и равно 20 мВ, ток вывода 1 микросхемы DA1 будет равен:

$$I_1 = 20 \text{ мВ} \times 0,01 \text{ мА/мВ} = 0,2 \text{ мА.}$$

На эмиттере транзистора VT1 напряжение 1,25 В, на базе

$$U_b = 0,2 \text{ мА} \times 1,8 \text{ кОм} = 0,36 \text{ В.}$$

В результате транзистор VT1 закрыт. При увеличении выходного тока до 1 А ток  $I_1$  увеличится до 1 мА, напряжение на базе транзистора VT1 окажется равным 1,8 В. Напряжение на эмиттерном переходе транзистора VT1 будет равно 0,55 В, что можно считать порогом открывания кремниевого транзистора.

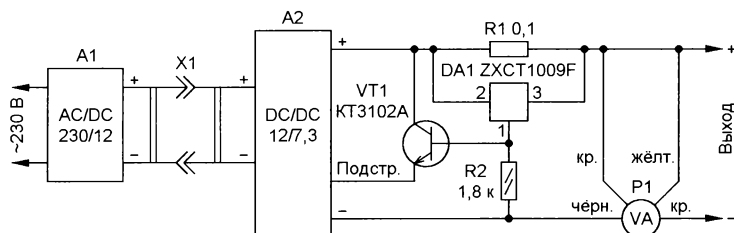


Рис. 1

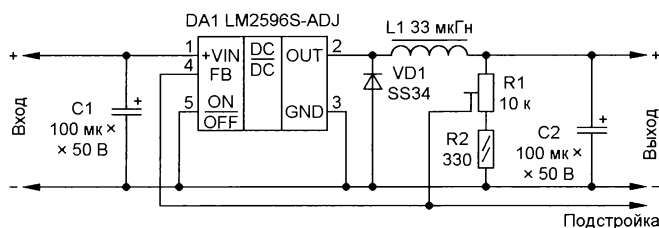


Рис. 2

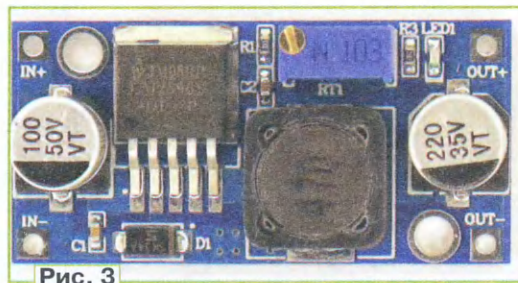


Рис. 3

блок питания с постоянным выходным напряжением 12 В и номинальным током нагрузки 2 А, импульсный регулируемый понижающий преобразователь DC/DC на микросхеме LM2596S-ADJ и цифровой вольтметр-амперметр постоянного тока. Для создания полноценно-

ми в вытекающий из третьего вывода ток. Коэффициент передачи — отношение значения вытекающего тока к входному напряжению — имеет размерность проводимости — сименс, См (А/В, Ом<sup>-1</sup>) и для этой микросхемы равен 0,01 мА/мВ = 10 мА/В.

Схема разработанного устройства приведена на рис. 1. Сетевой блок питания A1 обеспечивает напряжение 12 В для питания регулируемого DC/DC преобразователя A2. Выходное напряжение преобразователя A2 устанавливают равным 7,3 В, оно соответствует напряжению полностью заряженной аккумуляторной батареи.

Схема применённого DC/DC преобразователя — типовая, она приведе-

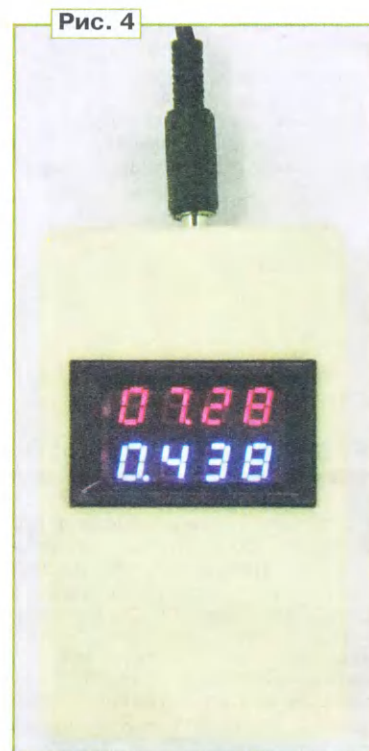


Рис. 4

Микросхема DA1 (рис. 2), как указывалось выше, регулировкой выходного напряжения поддерживает на своём выводе 4 напряжение 1,25 В. В результате при открывании транзистора VT1



(рис. 1) и появлении втекающего через него тока микросхема DA1 (рис. 2) уменьшит выходное напряжение до значения, при котором выходной ток устройства будет незначительно превышать 1 А.

Уменьшение выходного напряжения при увеличении выходного тока будет продолжаться, пока сохраняется работоспособность микросхемы ZXCT1009F. В соответствии со справочными данны-

При меньших напряжениях микросхема DA1 не работает и происходит увеличение выходного тока, ограниченное только свойствами DC/DC преобразователя.

Устройство собрано в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 100×60×25 мм (рис. 4). Монтаж — навесной, на стойках, микросхема DA1 (рис. 1) установлена на маленькой печатной плате, купленной в интернет-

мерно до 1,08 А. Далее зарядка идёт уменьшающимся током в режиме почти постоянного напряжения и заканчивается при его достижении значения 7,3 В.

Цифровой вольтметр-амперметр P1 позволяет следить за процессом зарядки — при уменьшении зарядного тока до 0,1...0,2 А можно считать, что аккумуляторная батарея полностью заряжена. Не включая зарядное устройство в сеть, прибор P1 можно также использовать как вольтметр для контроля степени зарядки батареи, подключив её к выходу зарядного устройства.

Для разработки зарядного устройства с другими параметрами можно сохранить номинал резистора  $R2 = 1,8 \text{ кОм}$ , а сопротивление резистора  $R1$  рассчитать так, чтобы падение напряжения на нём при номинальном выходном токе устройства оказалось равным 0,1 В:

$$R1 (\text{Ом}) = 0,1 \text{ В} / I_{\text{вых}} (\text{А}).$$

Описанный выше способ ограничения выходного тока применим практически к любым преобразователям DC/DC и AC/DC, в которых есть делитель выходного напряжения, средняя точка которого подключена к регулирующей цепи (цепи обратной связи) преобразователя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Микросхема ZXCT1009F и конструкции на её основе. Часть 1. Измерение большого постоянного и переменного токов. Приставка к мультиметру. — Радио, 2018, № 11, с. 55—59.
2. **Нечаев И.** Микросхема ZXCT1009F и конструкции на её основе. Часть 2. Устройство защиты и ограничителя (стабилизатора) тока. — Радио, 2018, № 12, с. 53—56.
3. **Нечаев И.** Микросхема ZXCT1009F и конструкции на её основе. Часть 3. ЗУ и устройство питания микродрели. — Радио, 2019, № 1, с. 58—60.

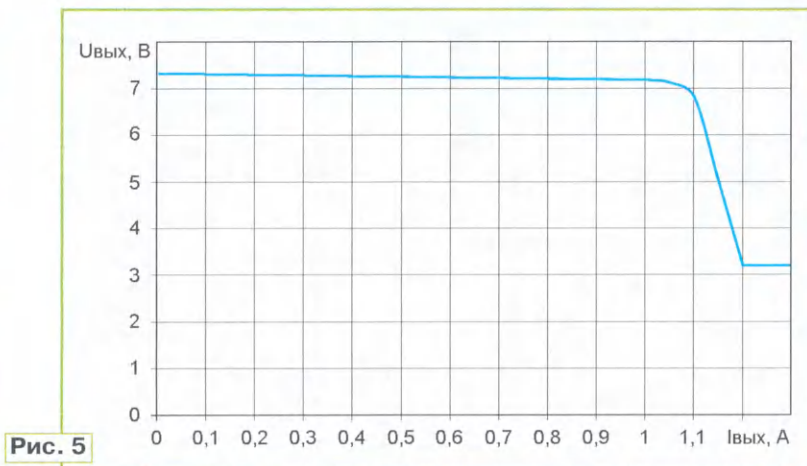


Рис. 5

ми напряжение между её выводами 2 и 1 при токе вывода 1 в интервале от 0 до 5 мА должно быть не менее 1,4...1,7 В (в зависимости от выходного тока микросхемы), чему соответствует выходное напряжение устройства

$$U_{\text{вых}} \approx 1,8 + (1,4...1,7) - 0,1 = 3,1...3,4 \text{ В}.$$

В этой формуле 1,8 В — напряжение на выводе 1 микросхемы DA1 (рис. 1), 1,4...1,7 В — минимально допустимое напряжение между её выводами 1 и 2, 0,1 В — падение напряжения на резисторе  $R1$  (рис. 1) при выходном токе 1 А.

магазине и предназначенной для распайки микросхем и транзисторов в аналоговых корпусах.

На рис. 5 показана экспериментальная зависимость выходного напряжения изготовленного зарядного устройства от тока.

Таким образом, при подключении к зарядному устройству разряженной до 4 В аккумуляторной батареи зарядный ток вначале окажется равен почти 1,2 А, по мере зарядки и повышении напряжения на ней до 7 В ток уменьшается при-

## Простой усилитель звуковой частоты

В. БАРИНОВ, г. Шумерля, Чувашия

Источником сигнала для этого усилителя могут быть мобильные телефоны, планшеты, компьютеры, аудиоплееры, медиаплееры, телевизоры, игровые приставки и другие устройства, выход которых рассчитан на подключение головных динамических телефонов. Максимальная выходная мощность одного канала усилителя — 3 Вт. Он рассчитан на нагрузку 4...8 Ом, это могут быть как динамические головки, так и акустические системы. С динамическими головками чувствительностью 92 дБ громкость достаточна для прослушивания в небольшой комнате.

Схема одного канала усилителя показана на рис. 1. Входной каскад собран на транзисторах VT1 и VT2 по схеме с общей базой и обладает малым входным сопротивлением, а также большим выходным сопротивлением, которое хорошо согласуется с оконечным каскадом, собранным на транзисторах VT4, VT5. Регулировка громкости и тембра осуществляется в источнике сигнала, поэтому на корпусе усилителя нет элементов регулировки, только выключатель питания, индикаторный светодиод, а также входное и выходное гнезда.

В усилителе можно применить резисторы МЛТ, оксидные конденсато-

ры — К50-35 или аналогичные импортные, неполярные конденсаторы — керамические или плёночные любого типа малогабаритные. Диоды — любые маломощные кремниевые выпрямительные или импульсные, например серии КД522. Транзисторы VT1 и VT2 должны быть с коэффициентом передачи тока базы не менее 120. Можно применить транзисторы серий КТ361 (VT1) и КТ315 (VT2), но с ними в паузах при воспроизведении появляется небольшой шум. Транзистор VT3 — любой из серии КТ208, КТ209 или аналогичный, но не более высокочастотный, с которым возможно самовозбуждение усилителя на высокой частоте.



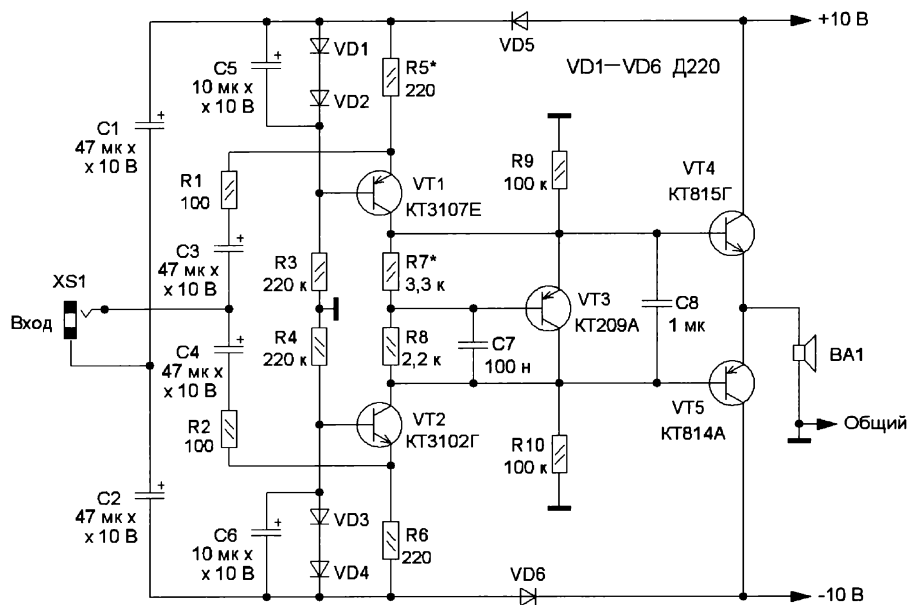


Рис. 1

Транзисторы VT1 и VT2, VT4 и VT5 желательно (но совсем не обязательно) подобрать в пары по коэффициенту передачи тока базы. Транзисторы VT4 и VT5 должны быть установлены каждый на отдельном теплоотводе площадью не менее  $25 \text{ см}^2$  с применением теплопроводящей пасты. Транзистор VT3 надо установить на одном из этих теплоотводов рядом с транзистором VT4 или VT5. При этом он должен быть электрически изолирован от теплоотвода.

Блок питания должен быть двухполярный, желательно стабилизированный и обеспечивать выходную мощность не менее 6 Вт на каждый канал усилителя. Если блок питания будет нестабилизированным, ёмкости

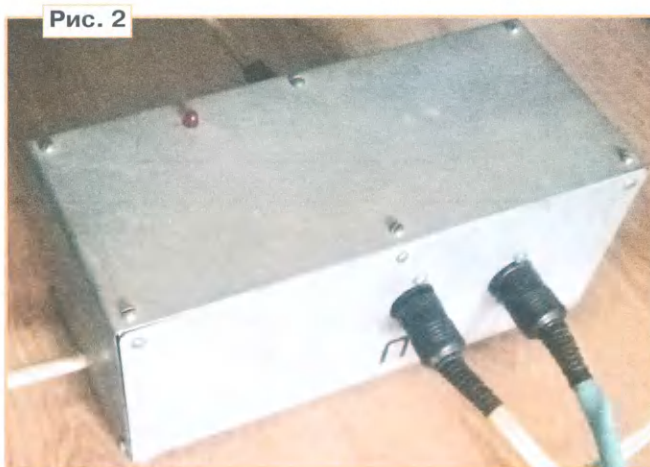


Рис. 2

конденсаторов на каждом его выходе должны быть не менее 4000 мкФ на каждый канал усилителя.



Рис. 3

В авторском варианте усилитель был переделан из старого усилителя, где был уже готовый блок питания, а входной каскад был собран по другой схеме. Поэтому новая плата не изготавливалась и новые элементы установлены на старой плате. Внешний вид усилителя и его начинка показаны на рис. 2 и рис. 3.

При налаживании вход усилителя надо закоротить. Вместо постоянных резисторов R5 и R7 временно устанавливают переменные или подстроечные. После налаживания измеряют их введённое сопротивление и на плату устанавливают постоянные резисторы с соответствующим сопротивлением. После сборки надо проверить правильность монтажа, движок резистора R5 установить в среднее положение, а резистора R7 — на максимум сопротивления. При первом включении взамен динамической головки надо подключить резистор сопротивлением 4...8 Ом и мощностью несколько ватт. Если ничего не сгорело или не сильно греется, можно приступить к налаживанию. Подборкой резистора R7 устанавливают напряжение база—эмиттер  $0,59 \pm 0,01 \text{ В}$  транзисторов VT4 и VT5. Между выходом и общим проводом подключают милливольтметр постоянного тока и резистором R5 добиваются нулевого значения постоянного напряжения на выходе. Затем указанные регулировки следует повторить один или два раза.

Советую сначала собрать усилитель на макетной плате и, если звук понравится, тогда смонтировать элементы на печатную плату или собрать навесным монтажом.



# Третья жизнь паяльной станции "Термит"

А. КУРЕНЯ, г. Ярославль

Паяльная станция (ПС) у радиолюбителей давно перестала быть экзотикой. Сейчас можно довольно недорого приобрести аналоговую ПС. Вместе с тем ещё сохранились в рабочем и не очень состоянии комплекты для пайки "Термит", которые и сейчас можно эффективно использовать.

В [1] приводится достаточно подробное описание работы, типичных неисправностей и методов восстановления этой ПС. Основное внимание уделено наиболее массовой проблеме при эксплуатации прибора — выходу из строя паяльника, его ремонту или изготовлению нового самостоятельно. В сети регулярно возникают вопросы по замене паяльника на готовый, но из комплектов других ПС.

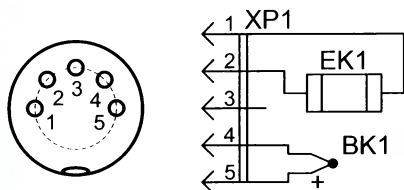


Рис. 1

Автору неоднократно приходилось изготавливать для термостабилизатора по схеме, приведённой в [2], паяльник из обычного 36- или 42-вольтового методом зачеканивания термопары (ТП) в жало. Этот прибор аналогичен ПС "Термит", но более прост в настройке на любые типы ТП и паяльников за счёт своего схемотехнического решения, связанного с разделением функций усиления сигнала ТП, формирования уровня уставки и сравнения. В конечном итоге к изготовленному очень давно на основе этой схемы термостабилизатору пять лет назад был успешно адаптирован паяльник от ПС Solomon. Вот и к случайно доставшейся в виде разуклоптованных останков и затем восстановленной ПС "Термит" был "привязан" аналогичный паяльник.

Начнём с изучения паяльника. Схема и вид разъёма паяльника со стороны выводов приведены на рис. 1. Ориентируясь на технические данные нагревательного элемента паяльника: напряжение — 24 В; мощность — 48 Вт, был проградуирован его термочувствительный элемент. Для этого от источника напряжения соответствующей мощности подадим напряжение на контакты 1 и 2 разъёма XP1, которое будем ступенчато изменять, при этом измеряя мультиметром напряжение термопары на контактах 4 и 5. Температуру жала

паяльника надо измерять отдельным и хорошо откалиброванным измерителем температуры. Так как этот процесс сопровождается погрешностями, для

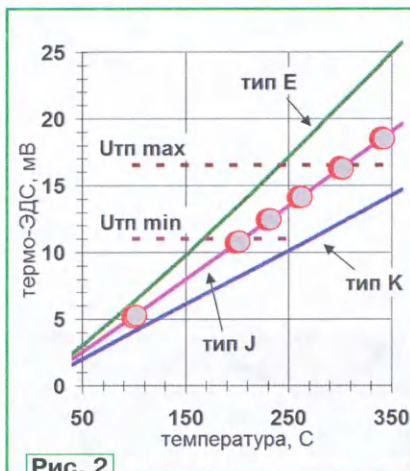


Рис. 2

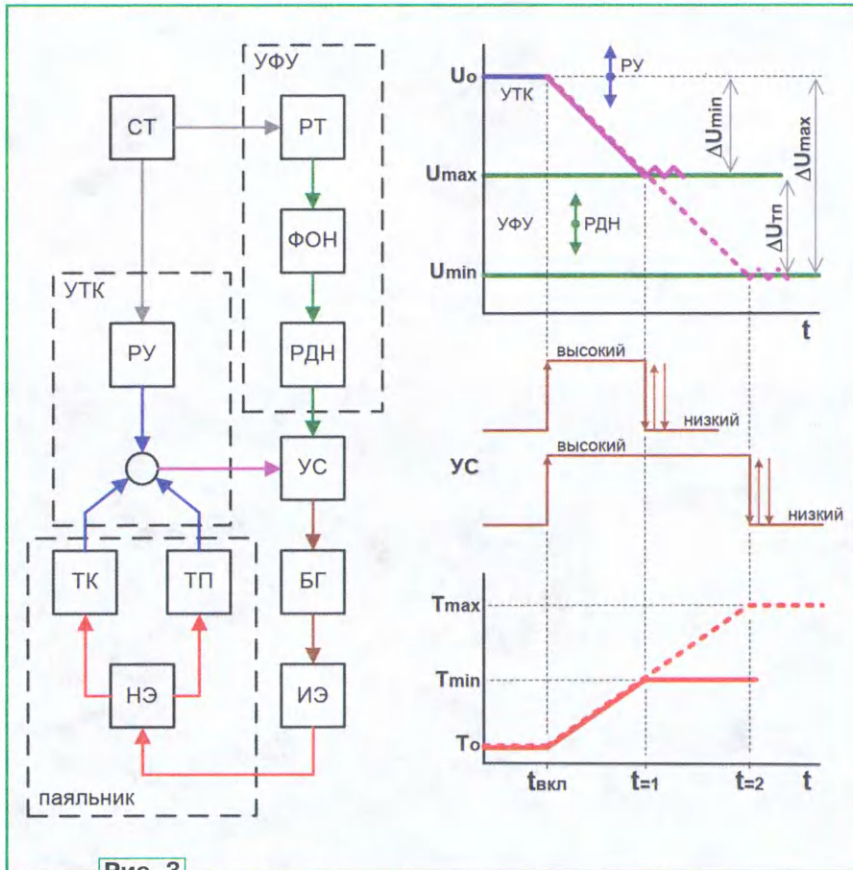


Рис. 3

дальнейшей статистической обработки необходимо произвести несколько измерений для каждого напряжения. Результаты измерений в виде серых точек вместе с графиками зависимости различных типов термопар приведены на рис. 2. Видно, что массив точек проведённых измерений хорошо коррелирует с градуировочной характеристикой термопары типа J (Fe—CuNi). Известно, что в ПС "Термит" штатно применяются термопары типа хромель-копель (HX 9,5 — МНМц 43-0,5), аналогичные типу E (NiCr—CuNi). Коэффициенты Зеебека для термопар типа J — 52,69 мкВ/К, типа хромель-копель — 69,5 мкВ/К (типа E — 63,19 мкВ/К). Также для справки на этом рисунке приведён предполагаемый для ПС рабочий диапазон термо-ЭДС.

Прежде чем приступить к эксплуатации нового паяльника, разберёмся с принципом работы ПС. Её блок-схема и происходящие в ней процессы иллюстрирует рис. 3, где УФУ — узел формирования уставки; УТК — узел термопары и компенсации; СТ — стабилизатор; РТ — регулятор тока; ФОН — формирователь образцового напряжения; РДН — регулируемый делитель напряжения; РУ — регулятор уровня; УС — устройство сравнения; БГ — блокинг-генератор; ИЭ — исполнительный элемент; НЭ — нагревательный элемент; ТП — термопара; ТК — термокомпенсатор.

Основным элементом ПС является УС — представляющее собой поро-



вый элемент, производящий переключение своего выхода из одного состояния в другое в зависимости от соотношения напряжений на его входах. При этом УФУ посредством РДН является задатчиком напряжения, пропорционального необходимой температуре паяльника. Размах регулирования обеспечивается благодаря РТ и ФОН. А УТК преобразует поступающий с ТП сигнал так, чтобы обеспечить начальный уровень напряжения (а значит и температуры паяльника) для УС. УС управляет БГ и ИЭ, а последний формирует прерывистое напряжение на ИЭ паяльника. Если мы хотим установить минимальную температуру жала паяльника, то должны установить РДН на максимальный уровень напряжения  $U_{\max}$ . Начальная температура жала паяльника  $T_0$  равна комнатной, что соответствует напряжению  $U_0$  на выходе УТК. При включении питания ПС (момент времени  $t_{\text{вкл}}$  на графиках) УС выдаёт сигнал высокого уровня на включение нагрева. Температура паяльника, а значит и термопары, начинает расти, что при-

$U_{\min}$  напряжение на выходе УТК будет уменьшаться уже до этого уровня, а нагрев будет продолжаться до температуры  $T_{\max}$  (момент времени  $t = 2$  на графиках).

Эквивалентную схему УТК с точки зрения теории цепей можно представить на **рис. 4**. Принимая для упрощения внутренние сопротивления генераторов  $R_{g1}$  и  $R_{g2}$  стремящимися к нулю, а входное сопротивление УС  $R_0$  — к бесконечности, получим

$$U_{23} = (U_{12} + E_2) \times K_{323} - E_2, \quad (1)$$

$$\text{где } U_{12} = (E_1 + K_{120} \times U_d - K_{123} \times E_2) / (K_{120} + K_{123} + 1); K_{120} = R_1/R_{20}, K_{123} = R_1/(R_2 + R_3); K_{323} = R_3/(R_2 + R_3); E_1 = 11 \text{ В}; U_d = 0,5 \text{ В}.$$

Зависимость выходного напряжения УТК от термо-ЭДС термопары в крайних положениях движка подстроечного резистора  $R_{20}$  показана на **рис. 5**. Вместе с вертикальными линиями, отмечающими предполагаемые минимальное и максимальное значения интервала термо-ЭДС, линии  $R_{20\max}$  и  $R_{20\min}$  ограничивают область возможного регулирования выходного напряжения УТК.

напряжения УФУ от сопротивления подстроечного резистора  $R_{13}$  (при фиксированных сопротивлении  $R_{110} = 0 \dots 82 \text{ Ом}$  и образцовом напряжении на стабилитроне  $U_s$  7,5 В, 4,7 В и 3,3 В) показана на **рис. 7**.

Следует отметить, что при применении стабилитронов с различными напряжениями, размах выходного напряжения УФУ изменяется в широких пределах. При уменьшении напряжения стабилизации можно подстроить ПС под термопару с меньшим коэффициентом Зеебека. Помним, что сопротивлению резистора  $R_{110} = 0 \text{ Ом}$  соответствует максимально достижимая температура жала паяльника, а  $R_{110} = 82 \text{ Ом}$  — минимальная. Подборкой резистора  $R_{13}$  можно в небольших пределах изменить верхнюю границу выходного напряжения УФУ.

Зависимости выходного напряжения УФУ от сопротивления подстроечного резистора  $R_{110}$  (установка температуры) при фиксированном сопротивлении резистора  $R_{13} = 0 \dots 15 \text{ кОм}$  и напряжении стабилитрона  $U_s$  7,5 В, 4,7 В и 3,3 В показана на **рис. 8**.

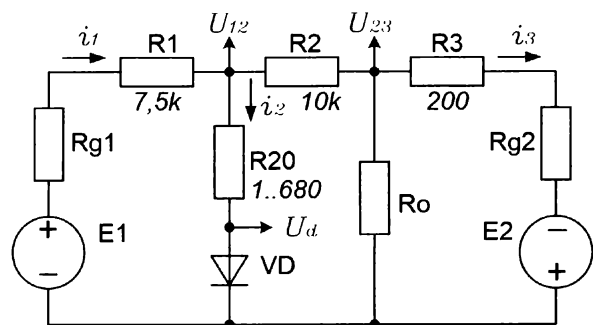


Рис. 4

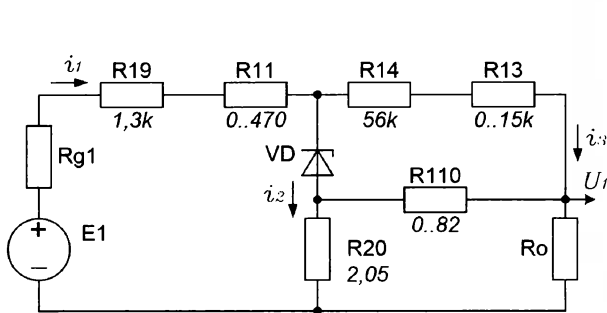


Рис. 6

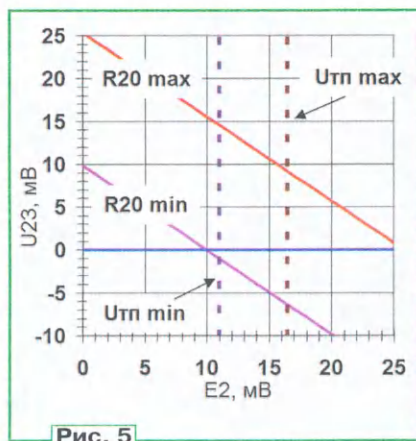


Рис. 5

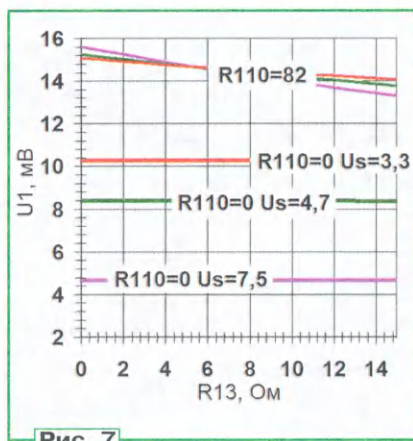


Рис. 7

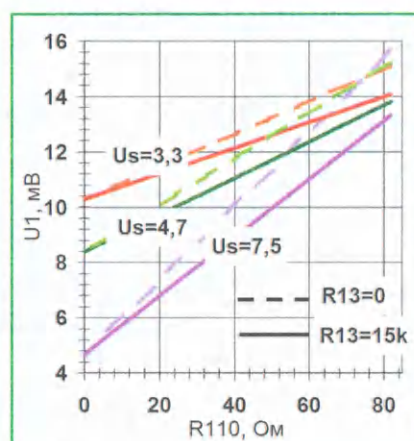


Рис. 8

водит к уменьшению выходного напряжения УТК из-за обратного включения ТП. При достижении уровня напряжения  $U_{\max}$ , установленного на другом входе УС, его выход переключается, запрещая нагрев (момент времени  $t = 1$  на графиках). В дальнейшем происходят быстрые включения-выключения нагрева, и температура паяльника стабилизируется на уровне  $T_{\min}$ . При установке РДН в положение

Эквивалентная схема УФУ представлена на **рис. 6**. Снова, для упрощения принимаем внутреннее сопротивление генератора  $R_{g1}$  стремящимся к нулю, а входное сопротивление УС  $R_0$  — к бесконечности, получим

$$U_{110} = K_{15} \times E_1 + (K_1 - K_{15}) \times U_s, \quad (2)$$

$$\text{где } K_{15} = R_{15} \times (E_1 - U_s) / (R_{19} + R_{11} + R_{15}); K_1 = R_{110} \times U_s / (R_{14} + R_{13} + R_{11}); U_s \text{ — напряжение стабилизации стабилитрона. Зависимости выходного}$$

Рассмотрев принципы формирования сигналов на входах УС, можно перейти к анализу способов настройки ПС. Параметр любого элемента входных цепей можно найти из выражений (1) и (2) при условии  $U_{23} = U_{110}$ . Отсюда находим, например, напряжение стабилизации стабилитрона  $U_s = (U_{23} - K_{15} \times E_1) / (K_1 - K_{15})$ .



Зависимость необходимого напряжения УФУ от термо-ЭДС термопары (при фиксированных сопротивлениях резистора  $R110 = 0...82 \text{ Ом}$  и  $R20 = 500 \text{ Ом}$  и  $R20 = 680 \text{ Ом}$ ) показана на **рис. 9**.

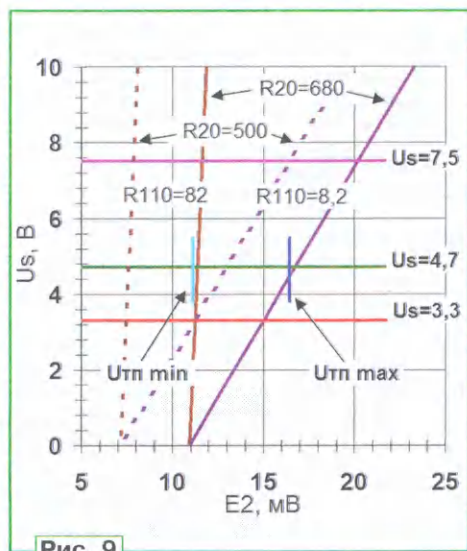


Рис. 9

Дополнительно на рисунок нанесены линии напряжения стабилитрона  $U_s$ , 7,5 В, 4,7 В и 3,3 В, а также предполагаемые границы рабочего интервала термо-ЭДС термопары  $U_{tn \min}$  и  $U_{tn \max}$ .

Необходимо упомянуть, что у автора имелась в наличии измерительная головка миллиамперметра М4203 с максимальным током отклонения 300 мА. Естественно предположить, что преде-

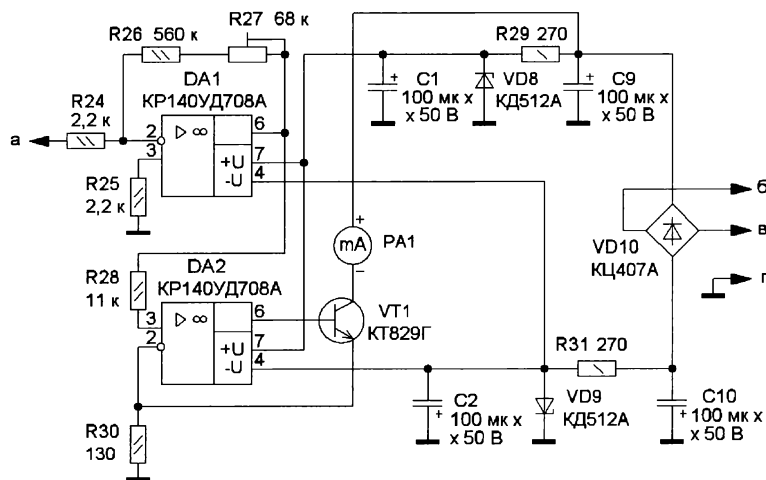


Рис. 11

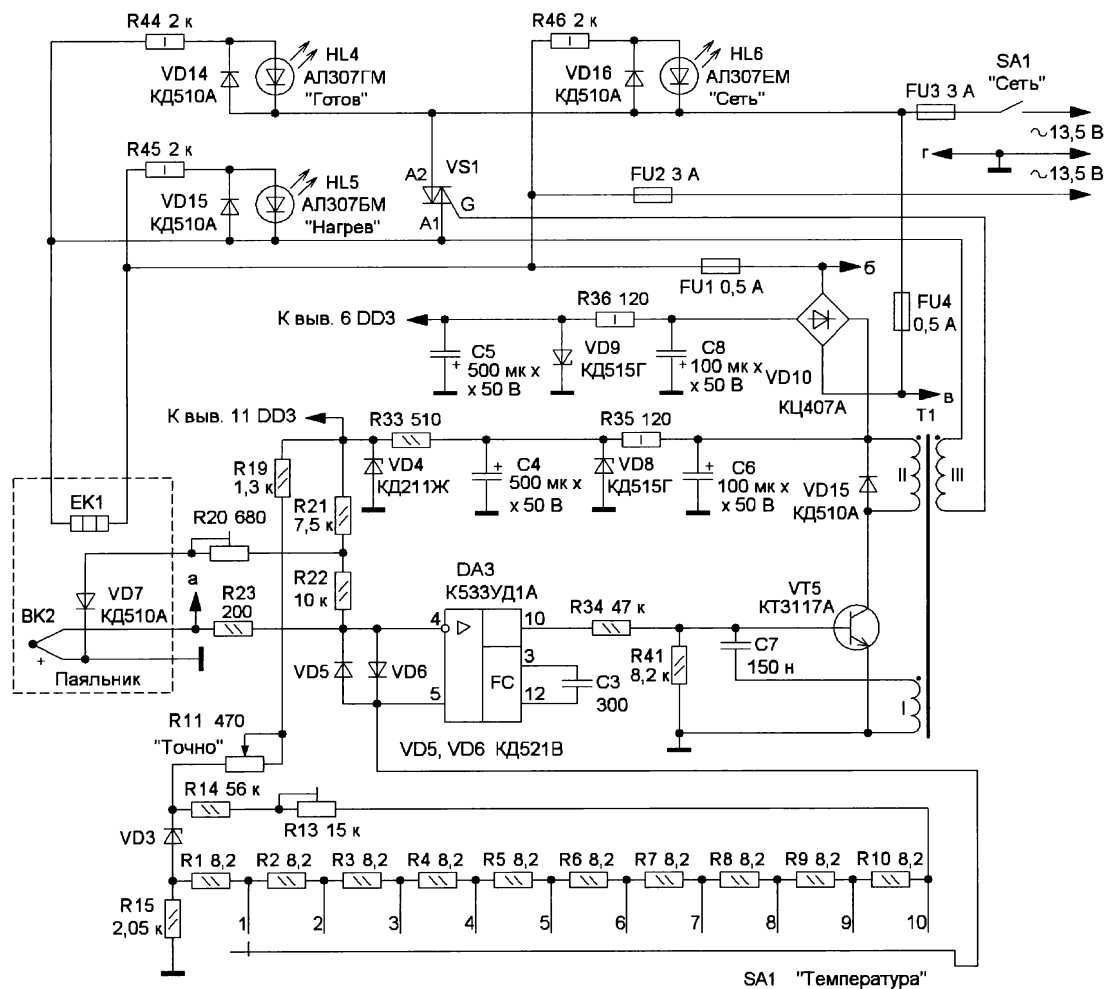


Рис. 10



лы индикации температуры можно сделать от 0 до 300 °С. По градуировочной характеристике ТП типа J (см. рис. 2) находим в этом случае  $U_{\text{тп max}} = 16,327$  мВ. Из рис. 9 можно сделать вывод, что ближе всего к искомому решению является применение вместо стабилизатора с напряжением стабилизации 7,5 В, применённого в ПС "Термит", стабилизатора на 4,7 В. Дальнейшую подстройку выходного напряжения УТК можно произвести, уменьшая сопротивление резистора R20.

Схема ПС без штатного блока контроля температуры (БКТ) приведена на рис. 10. Позиционные обозначения

схемы серии TL431 (регулируемый стабилитрон) можно применить любой паяльник со встроенной термопарой и даже оперативно менять паяльники, имея несколько фиксированных настроек.

В попавшей в руки автора ПС "Термит" отсутствовала плата БКТ, поэтому возникла необходимость в разработке нового блока индикации (БИ). Для аналоговой ПС логично применить аналоговую же индикацию. Для БИ был разработан двухкаскадный усилитель (рис. 11). Первый каскад на ОУ DA1 представляет собой инвертирующий усилитель напряжения, второй — пре-

димо учитывать входное сопротивление каскада для минимизации влияния на сигнал, поступающий на инвертирующий вход DA3. Для уменьшения потребляемого тока и снижения выделяемой мощности на регулирующем элементе источника тока измерительная головка M4203 была разобрана и перестроена на максимальный ток отклонения 30 мА. Желательно иметь цифровой индикатор, конечно же, могут применить уже хорошо описанную и отработанную схему на микросхеме серии KP572PB2 или серии KP572PB5. В этом случае второй каскад БИ не нужен, а резисторы в цепи обратной связи R26 и R27 необходимо уменьшить до 33 кОм и 10 кОм соответственно.

Для питания ПС был применён унифицированный трансформатор ТПП 3-8-220-50К, обеспечивающий переменное напряжение 27 В со средней точкой (13,5х2 В). После выпрямления получается двухполярное напряжение  $\pm 18,7$  В и возникает необходимость уменьшения сопротивления балластных резисторов стабилизаторов R35 и R36 до 120 Ом. Дополнительно был установлен отсутствовавший изначально конденсатор C8, в блокинг-генераторе применён транзистор КТ3117А. Диод VD7 смонтирован на печатной плате внутри ПС.

В итоге была произведена оценка параметров доработанной ПС. Регулировочная характеристика представлена на рис. 12. R110 соответствует делителю напряжения R1—R10 (см. рис. 10). Измеренные статическая (при простое) и динамическая (при пайке) температуры жала паяльника в зависимости от заданной температуры приведены на рис. 13.

Конструкция ПС была доработана. Каркас блока БКТ был разделён на две части, к ним были изготовлены и прикреплены передняя и задняя панели. На задней панели были закреплены дополнительные держатели плавких вставок. На передней панели размещена измерительная головка миллиамперметра, сюда также были перенесены тумблер SA2 и индикация включения питания — светодиод HL6. На прежнее место расположения тумблера включения питания была установлена розетка ОНЦ-ВГ-4-5/16-Р-М — ответная часть разъёма шнура паяльника, а на место лампы Сеть — светодиод HL5, который индицирует процесс нагрева паяльника и работает в противофазе со светодиодом HL4, индицирующим состояние готовности к пайке, что существенно улучшило удобство эксплуатации. БИ вписан в габаритные размеры основного блока ПС и установлен непосредственно на него (рис. 14). Печатная плата БИ не разрабатывалась, элементы смонтированы на монтажной плате.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев Т. Вторая жизнь паяльной станции "Термит". — Радио, 2009, № 3, с. 36—39.
2. Цыбин В. Термостабилизатор для электропаяльника. — Радио, 1996, № 12, с. 50.

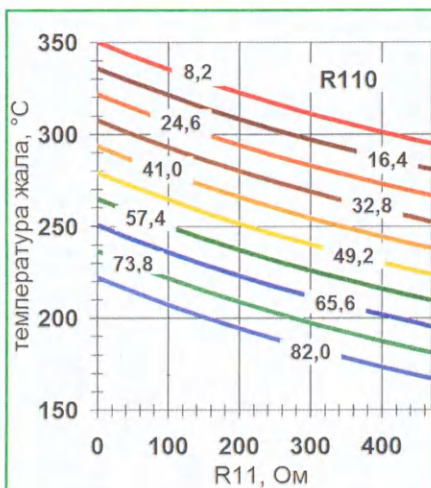


Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14

элементов на схеме приведены в соответствии с [1]. При адаптации этой ПС к паяльнику от ПС Solomon стабилитрон VD3 (KC175Ж) был заменён стабилитроном KC147Г. При применении микро-

образователь напряжение—ток на ОУ DA2 и транзисторе VT1. Выходной ток каскада при этом равен  $I_{\text{out}} \approx U_{\text{вх}}/R30$ . Вход усилителя подключён непосредственно к термопаре, поэтому необхо-



# Устройство управления электродвигателем сверлилки печатных плат

В. АФОНИН, пос. Стрельна, Санкт-Петербург

Существует немало устройств для регулировки скорости вращения электродвигателем сверлилки для пе-

чатных плат. Подборка схем таких устройств приведена в [1]. Одним из популярных было устройство [2].

Много лет назад мне достался малогабаритный электродвигатель, на торце которого было написано "+ 27 В -" и всё. Я попытался управлять им с помощью устройства [2], но стабильной работы не добился, поэтому пришлось отложить это в "долгий" ящик. Недавно решил всё-таки разобраться и сделать устройство управления, но на основе микроконтроллера (МК). В разработанном мной устройстве анализируется только ток холостого хода при пониженном напряжении (прицеливание), а сверление происходит за фиксированное время. Испытания показали, что 1 с вполне достаточно, чтобы просверлить отверстие в плате.

Схема устройства показана на рис. 1. Алгоритм его работы такой: при включении происходит замер напряжения на резисторе R6 и измеренное значение увеличивается и запоминается для создания порога срабатывания. Это сделано, чтобы исключить ложное срабатывание от возможных помех. Затем идёт постоянный контроль напряжения на резисторе R6 и сравнение с порогом срабатывания. Когда сверло установлено и начинается сверление, у электродвигателя увеличивается нагрузка и возрастает потребляемый ток. При достижении порога срабатывания открывается транзистор VT1 и идёт сверление на полной мощности в течение 1 с. Как видите, алгоритм простой и никаких проблем вроде бы быть не должно. Собрал устройство и поначалу не понял, почему оно работает не так, как планировалось.

Для лучшего наблюдения перевёл программу в автоповтор включения электродвигателя, для чего заблокировал часть программы с 79 по 90 строки (контроль тока холостого хода) и поставил задержки на 7,4 с. Подключил осциллограф к резистору R6 и увидел следующую картину (рис. 2). При включении устройства в момент T1 наблюдается бросок тока "холодного" мотора и затем идёт медленный спад в результате стабилизации вращения — момент T2. При сверлении открывается транзистор VT1 и напряжение на резисторе R6 падает практически до нуля. В момент T3 транзистор закрывается, и ток начинает медленно возвращаться к значению холостого хода. Чтобы прояснить картину, подключил последовательно с электродвигателем резистор сопротивлением 10 Ом и снял с него осциллограмму (рис. 3). В момент T3 ток падает почти до нуля, хотя подключены резисторы R6 и R7. Видимо, это влияние противо-ЭДС электродвигателя.

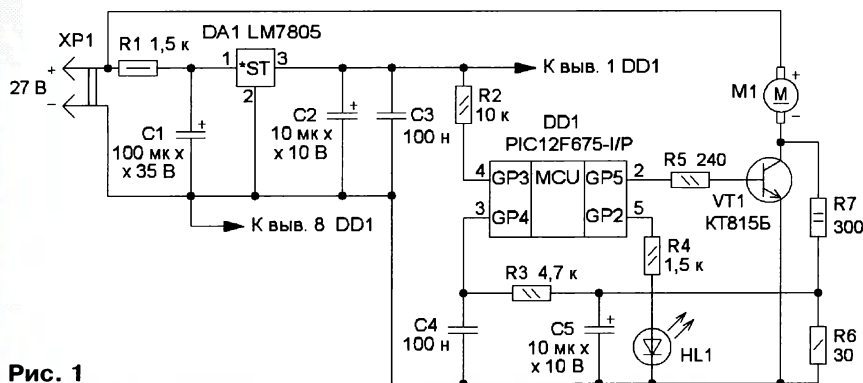


Рис. 1

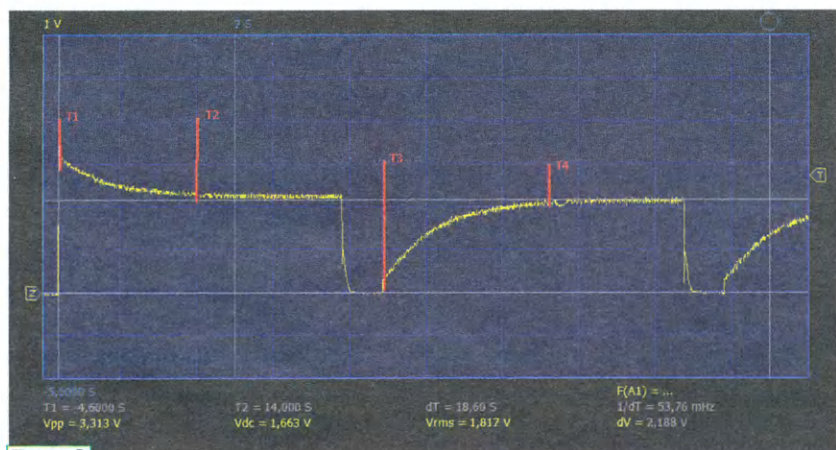


Рис. 2

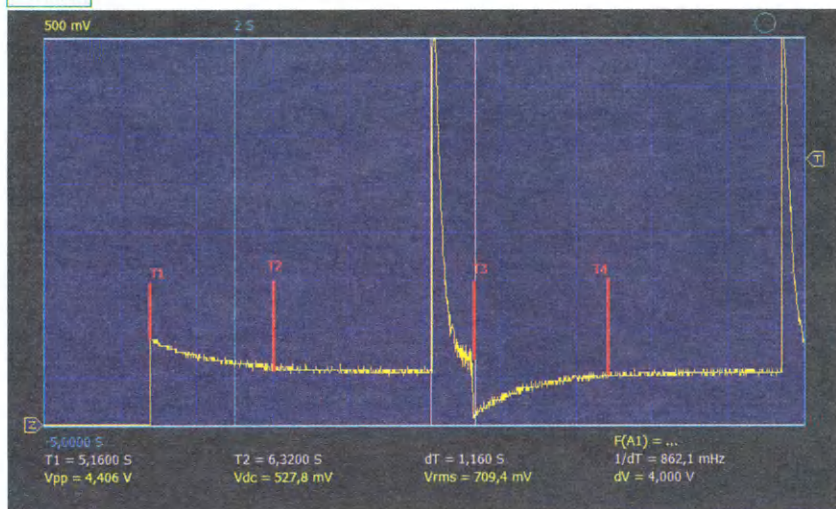


Рис. 3



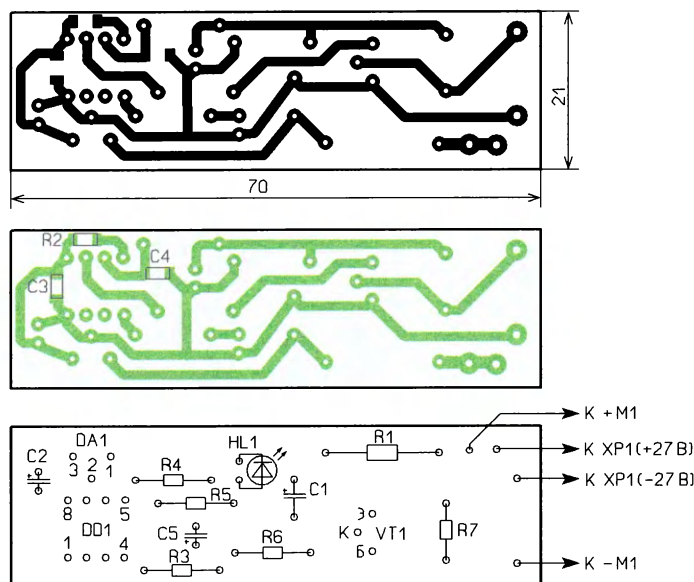


Рис. 4

Исходя из анализа осциллограмм, добавил в программу временные задержки при включении на интервале T1—T2 (стабилизация вращения) и после сверления на интервале T3—T4 (успокоение вращения). Из рис. 2 видно, что переходный процесс заканчивается примерно через 3 с, а переходный процесс по окончании сверления чуть больше. Поскольку к концу периодов

идёт очень плавное снижение, был выбран интервал T1—T2 равным 2000 мс и интервал T3—T4 — 2500 мс.

Для индикации служит светодиод HL1, который кратковременно включается при подаче питающего напряжения (с МК всё в порядке) и затем начинает светить постоянно, сигнализируя о готовности устройства к работе. Резистор R1 гасит излишнее напряжение и

уменьшает разогрев микросхемы DA1.

Для разных видов электромоторов возможно придётся подобрать резисторы R6 и R7, а также и время задержек. Сопротивление резистора R6 выбирал из расчёта, чтобы напряжение на нём было в интервале 2...2,5 В при холостом ходе, дабы избежать перегрузки АЦП при включении.

Все элементы устройства смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертеж платы показан на рис. 4. Элементы R2, C3, C4 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206, остальные детали — выводные. Резисторы — МЛТ, C2-23 или импортные, полярные конденсаторы — К50-35 или импортные, светодиод может быть любого свечения маломощный, транзистор КТ815Б можно заменить любым из серий КТ815, КТ817.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковырялочка для п/плат. — URL: [https://radiokot.ru/lab/hardwork/31/\(05.10.21\)](https://radiokot.ru/lab/hardwork/31/(05.10.21)).
2. Автоматический регулятор оборотов микродрели от Александра Савова. — URL: <https://datagor.ru/practice/elektroprivod/1245-autoregulator-oborotov-mikrodreli-by-savov.html> (05.10.21).

От редакции. Файлы для программирования микроконтроллера и чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/sver.zip> на нашем FTP-сервере.

## Частотомер на микроконтроллере PIC18F252

В. ТУРЧАНИНОВ, г. Севастополь

*В лаборатории радиолюбителя наиболее востребованный измерительный прибор, конечно, кроме мультиметра, — частотомер. Вниманию читателей предлагается частотомер, собранный на микроконтроллере и содержащий небольшое число деталей. Он позволяет измерять основные параметры электрических сигналов — частоту, а также длительность импульсов и пауз периодического сигнала прямоугольной формы. Кроме того, частотомер измеряет температуру окружающей среды с помощью выносного датчика.*

#### Основные технические характеристики

Диапазон измерения частоты с уровнем цифровой

логики (TTL), Гц ..... 1...5·10<sup>7</sup>  
Погрешность измерения частоты в диапазоне 1 Гц...10 кГц, %, не более ..... 0,001

Частотомер собран на микроконтроллере PIC18F252-I/SP. Результаты измерений выводятся на 20-символьный четырёхстрочный ЖКИ.

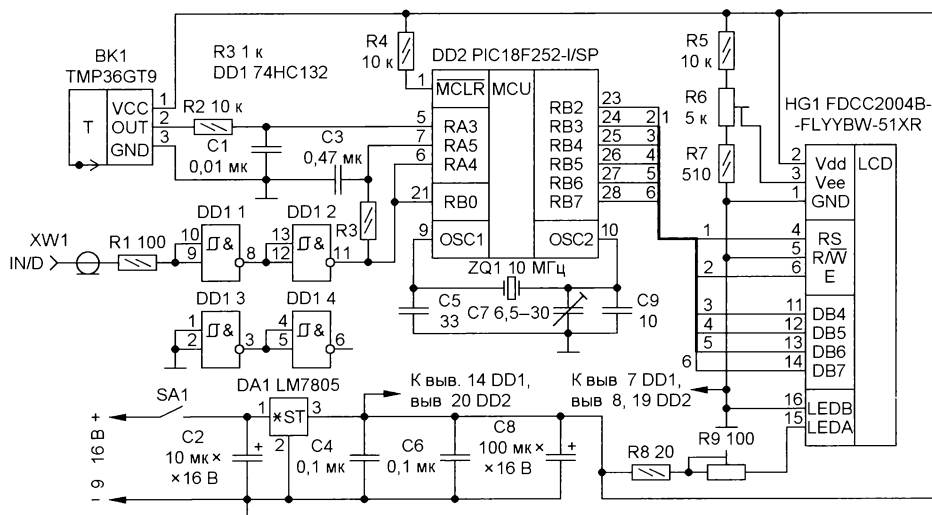


Рис. 1

в диапазоне 10 кГц...  
1 МГц, Гц, не более ..... 1  
в диапазоне 1...50 МГц,  
%, не более ..... 0,001

Интервал измерения длительности импульсов и пауз (при входной частоте до 10 кГц), мкс ..... 1...10<sup>6</sup>

Погрешность измерения длительности импульсов и пауз (при входной частоте до 10 кГц), мкс ..... 1

Интервал измерения длительности импульсов и пауз (при входной частоте от 10 кГц до 50 МГц), нс ..... 10...10<sup>5</sup>

Погрешность измерения длительности импульсов и пауз в интервале 10...1000 нс, нс ..... 5

Погрешность измерения длительности импульсов и пауз в интервале 1...100 мкс, %, не более ..... 2...5

Интервал измерения температуры, °C ..... -25...125

Погрешность измерения температуры, %, не более ..... 2

Постоянное напряжение питания частотомера, В ..... 9...16  
Потребляемый ток, мА ..... 50...100

индикации собрано на ЖКИ HG1 (FDCC2004B-FLYBW-51XR), описание которого приведено в [3]. Подстроечным резистором R9 регулируют

яркость подсветки экрана ЖКИ, а подстроечным резистором R6 — контрастность изображения на экране ЖКИ. На элементах DD1.1 и DD1.2

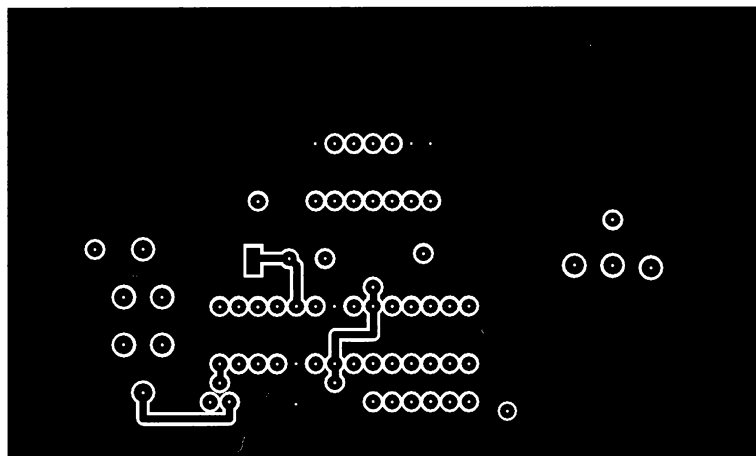
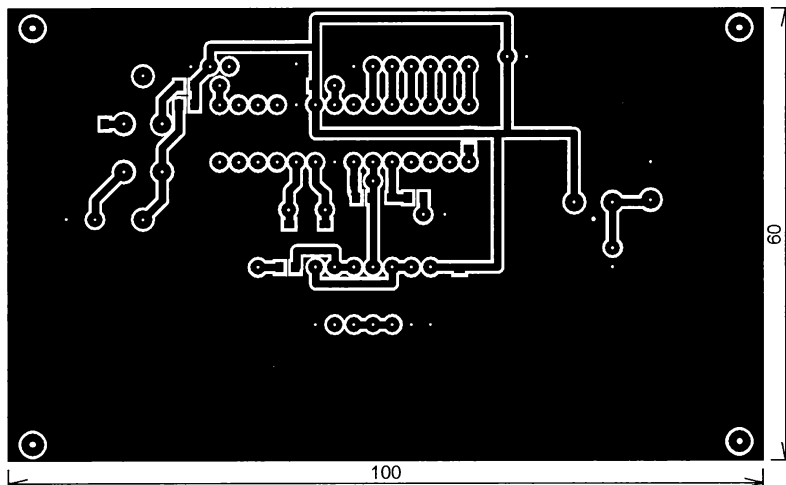


Рис. 2

Схема частотомера приведена на рис. 1. Микроконтроллер DD2 (PIC18F252-I/SP) тактируется импульсами длительностью 100 нс, вырабатываемыми генератором, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Описание семейства микроконтроллеров PIC18F252 и программных средств их программирования приведены в [1]. Минимальную погрешность кварцевого генератора устанавливают подстроечным конденсатором C7. Стабилизатор напряжения питания цифровых микросхем и индикатора +5 В собран на микросхеме DA1 (LM7805). Описание стабилизатора LM7805 приведено в [2]. Конденсаторы C2, C4, C6, C8 — блокировочные по цепи питания. Устройство



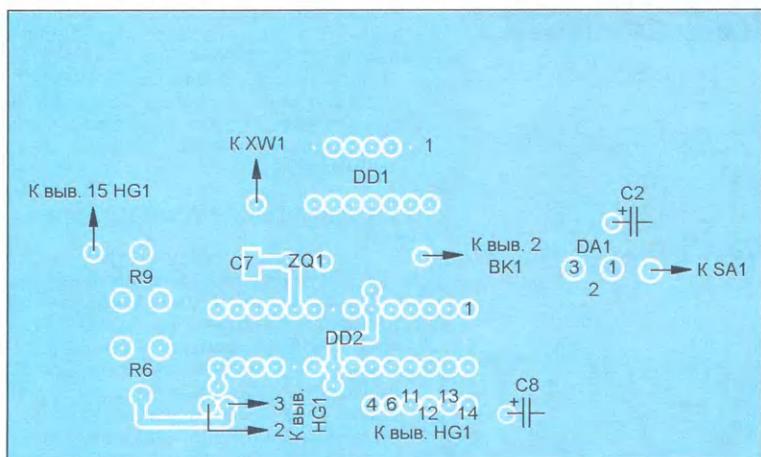
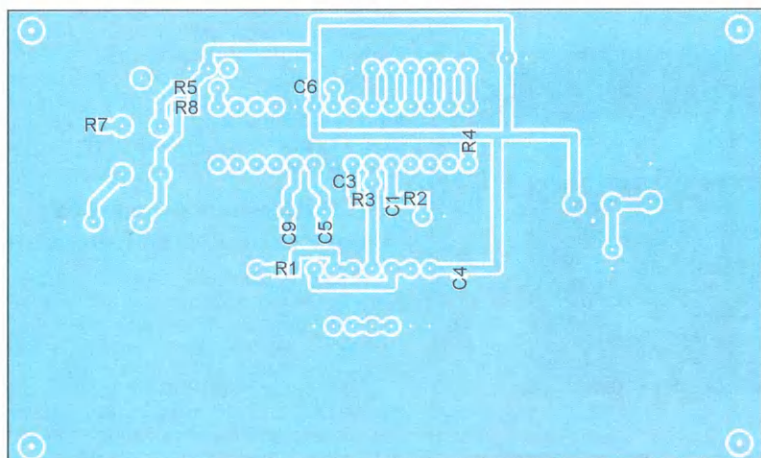


Рис. 3

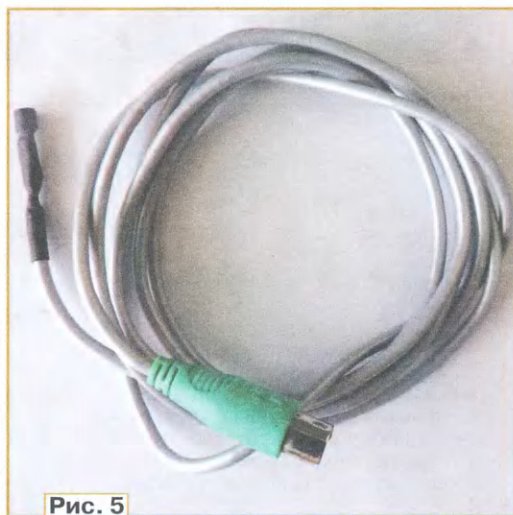


Рис. 5

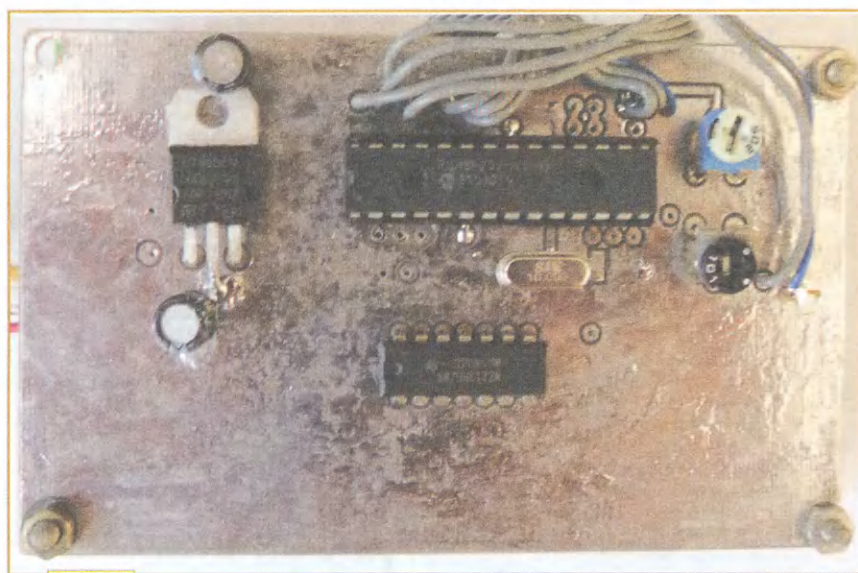


Рис. 4

триггера Шмитта [4] собран формирователь входных импульсов. Резистор R1 ограничивает входной ток при входных импульсах отрицательной полярности и положительных, превы-

шающих 5 В. Датчик температуры TMP36GT9 [5] с линейной зависимостью выходного напряжения от температуры предназначен для измерения температуры. Датчик через ФНЧ

R2C1 подключён к входу RA3 (вывод 5 DD2) микроконтроллера.

Частотомер собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы показан на рис. 2, а расположение элементов — на рис. 3. На одной стороне платы расположены детали для поверхностного монтажа, на другой — выводные. Общий провод на обеих сторонах платы соединяют отрезками лужёного провода и выводами элементов. Собранная плата со стороны выводных деталей показана на рис. 4.

Неиспользованные контактные площадки на плате предназначены для дальнейшей доработки прибора.

Входной ВЧ-разъём соединён с платой 50-омным экранированным кабе-

лем. Центральную жилу кабеля подключают к контактной площадке на плате, оплётку подключают к общему проводу.

Гнездо питания и выключатель соединяют с платой проводом МГТФ 0,5. При монтаже элементов на макетной плате блокировочные конденсаторы по цепи питания устанавливают как можно ближе к выводам питания микросхем. Микроконтроллер устанавливают в переходную панель.

Соединительный кабель для датчика температуры я изготовил из кабеля вышедшей из строя компьютерной мыши. Датчик температуры обтянут термоусаживаемой трубкой. Внешний вид датчика температуры показан на рис. 5.

В частотомере применены резисторы и неполярные конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Подстроечные резисторы — SH-655MCL, подстроечный конденсатор — TZC3P300A110R00. Полярные конденсаторы — оксидные алюминиевые Hitano EHP. Входной ВЧ-разъём — 24\_BNC-50-2-20/133\_NE, выключатель — клавишный SW-012103. Кварцевый резонатор — HC49S.

Микроконтроллер запрограммирован с помощью программатора ChipProg-40.



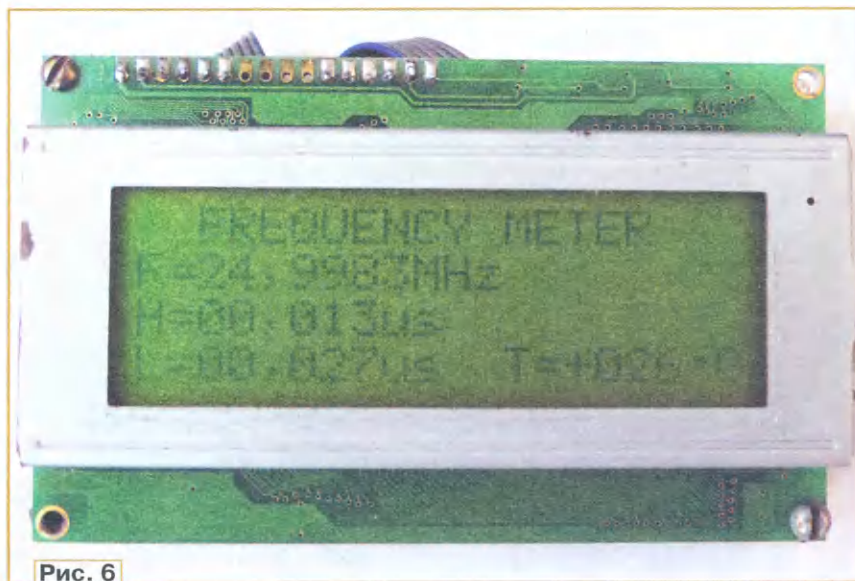


Рис. 6

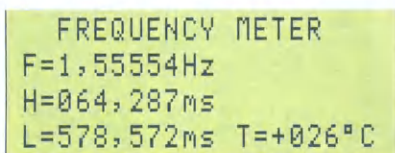


Рис. 7

Налаживание прибора несложное. Подстроечным резистором R6 устанавливают необходимую контрастность ЖКИ, а подстроечным резистором R9 — необходимую яркость подсветки экрана ЖКИ.

Затем устанавливают минимальную погрешность измерения частоты. На вход IN/D прибора с эталонного генератора подают прямоугольный сигнал с уровнем ТТЛ частотой 1 МГц. Подстроечным конденсатором С7 добиваются показаний прибора, близких к 1 МГц.

На рис. 6 приведен пример выводимой на экран ЖКИ информации.

### Измерение частоты

После включения прибор переходит в режим ожидания положительного перепада входного импульса. Как только на вход придёт положительный перепад импульса синхронно запустятся два таймера микроконтроллера. При измерении частоты используются два таймера микроконтроллера — TMR0 и TMR1. Таймер TMR0 используют с включённым предделителем с коэффициентом деления K=256. Таймер TMR1 тактируется внутренней тактовой частотой микроконтроллера, которая равна 10 МГц. В течение одной секунды с момента прихода первого входного импульса (это определяет таймер TMR1 микроконтроллера) TMR0 подсчитывает число входных импульсов. По истечении одной секунды TMR1 микроконтроллера даёт разрешение на переход ожидания поступления положительно-

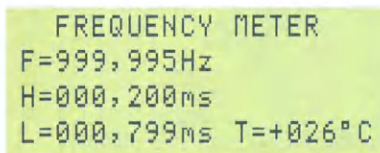


Рис. 8

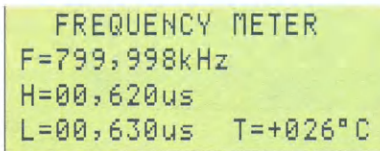


Рис. 9

го перепада входного импульса. В момент его поступления микроконтроллер отключает TMR0 и TMR1 и с помощью математических операций производит расчёт входной частоты. Далее происходит преобразование в двоично-десятичный код, и результат выводится на ЖКИ.

### Индикация прибора при разных входных частотах

А теперь рассмотрим более подробно работу прибора при сигналах разной частоты на входе.

Измеренные параметры низкочастотного сигнала (частота — 1,55555 Гц, скважность — 10) имеют вид, показанный на рис. 7. На рис. 8 показан пример измерения параметров сигнала частотой 1000 Гц и скважностью 5, на рис. 9 — высокочастотного сигнала 800 кГц скважностью 2.

### Измерение импульсов миллисекундной длительности

После измерения частоты входного сигнала микроконтроллер анализирует его значение и, если оно менее 10000 Гц, микроконтроллер произво-

дит измерение длительности импульса и паузы между импульсами методом заполнения импульсами тактового генератора с периодом следования 100 нс и последующим их подсчётом. После преобразования числа импульсов в двоично-десятичный код результат выводится на ЖКИ.

### Измерение импульсов микросекундной длительности

После измерения частоты входного сигнала микроконтроллер анализирует его значение и, если оно превышает 10000 Гц, микроконтроллер переводит частоту в период следования импульсов. На вход ФНЧ R3C3 с выхода элемента DD1.2 приходят входные импульсы. Далее микроконтроллер производит измерение напряжения на конденсаторе C3 ФНЧ, который подключён к входу RA5 (вывод 7 DD2) микроконтроллера. Этот вход настроен как аналоговый вход АЦП. Микроконтроллер преобразует напряжение на этом конденсаторе в цифровой код. Далее микроконтроллер производит расчёт длительности импульсов и паузы между импульсами.

### Измерение температуры

После измерения частоты и длительности импульсов входного сигнала микроконтроллер переходит на измерение температуры выносным датчиком. Как было отмечено выше, датчик через ФНЧ подключён к входу RA3 (вывод 5 DD2) микроконтроллера, настроенный как аналоговый вход АЦП. Микроконтроллер преобразует напряжение на выходе датчика температуры в цифровой код, который после дальнейшего преобразования поступает на ЖКИ и индицирует значение измеряемой температуры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. PIC18FXX2 Data Sheet High-Performance, Enhanced Flash Microcontrollers with 10-Bit A/D. — URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf> (21.10.21).
2. LM78XX/LM78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator. — URL: <http://hades.mech.northwestern.edu/images/6/6c/LM7805.pdf> (21.10.21).
3. FDCC2004B-FLYBW-51XR. — URL: <http://andrew1955.ucoz.ru/Info/Indicator/LCD/Symbol/FDCC2004B-FLYBW-51LR.pdf> (21.10.21).
4. 74HC132; 74HCT132 Quad 2-input NAND Schmitt trigger. — URL: <https://datasheetspdf.com/pdf/file/956189/NXP/74HC132/1> (21.10.21).
5. Low Voltage Temperature Sensors Data Sheet TMP35/TMP36/TMP37. — URL: [http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/TMP35\\_36\\_37.pdf](http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/TMP35_36_37.pdf) (21.10.21).

От редакции. Прошивка микроконтроллера находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/f-metr.zip> на нашем ftp-сервере.



# Измеритель магнитной индукции ИМИ-02

Н. ШИЯНОВ, г. Люберцы Московской обл.

Измерители магнитной индукции (миллitesламетры) широко применяются в различных отраслях промышленности, автомобилестроении, материаловедении, научных исследованиях и лабораторной практике. Миллitesламетр можно использовать при измерениях остаточной магнитной индукции, эффективности магнитного экранирования, при разработке, техническом обслуживании и ремонте физиотерапевтического оборудования. Если измеритель имеет достаточно большую полосу пропускания, с его помощью можно контролировать форму переменных и импульсных магнитных полей.

Известно много миллitesламетров, имеющих большие габариты и узкую полосу пропускания, предназначенных для измерения постоянных или медленно меняющихся магнитных полей. В то же время на основе современных миниатюрных датчиков можно разрабатывать достаточно простые портативные и широкополосные измерители магнитного поля.

В качестве датчиков магнитного поля широко применяются датчики, основанные на эффекте Холла [1], который иллюстрируется **рис. 1**. Напряжение (или ЭДС) Холла  $V_H$  определяется следующим образом:  $V_H = R \cdot I \cdot B / d$ , где  $R$  — постоянная Холла;  $d$  — толщина пластины;  $I$  — ток;  $B$  — магнитная индукция. При постоянных конструктивных параметрах и стабильном токе  $I$  напряжение Холла  $V_H$  прямо пропор-

нально магнитной индукции  $B$  и может быть использовано для определения его значения.

В последние годы фирма Honeywell выпустила миниатюрные датчики Холла, содержащие не только первичный преобразователь, но также предварительный усилитель и источник тока [2]. В рассматриваемом приборе использован трёхвыводный высоколинейный датчик Холла Honeywell SS496A, рекомендованное изготовителем напряжение питания которого 4,5...10,5 В.

Схема прибора приведена на **рис. 2**. При симметричном двухполярном питании напряжение на выходе датчика Холла близко к нулю, но имеется некоторое напряжение смещения, значение которого зависит от напряжения питания, что создаёт дополнительную погрешность измерения. На **рис. 3** показана экспериментально измеренная зависимость напряжения смещения от напряжения питания. Для его минимизации в устройстве введена цепь  $R1-R3$ , позволяющая

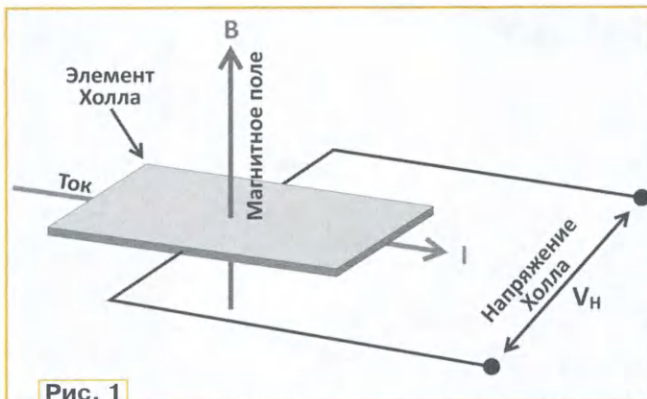


Рис. 1

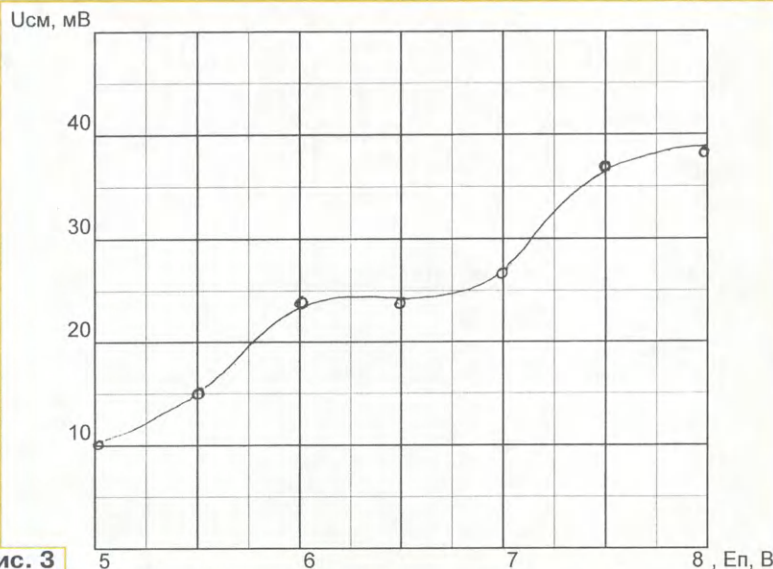


Рис. 3

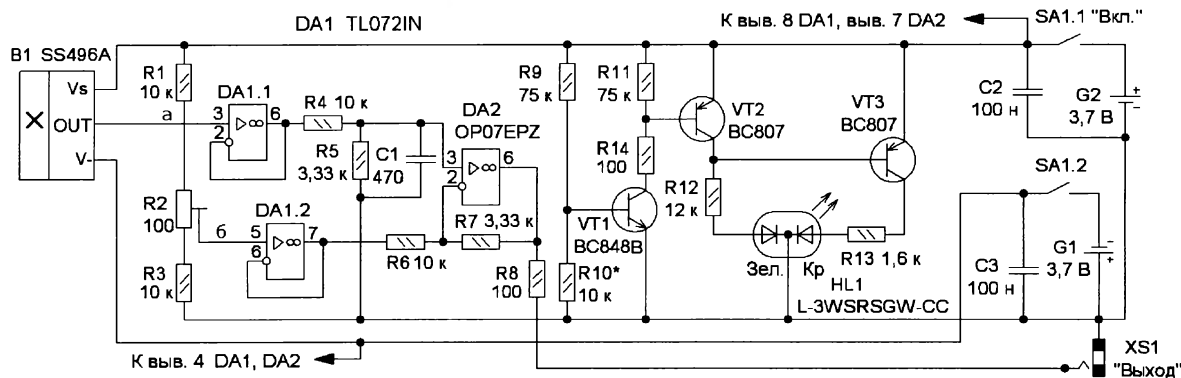


Рис. 2

скомпенсировать начальное смещение и устанавливать "0" измерительного прибора перед измерениями.

Для калибровки прибор, внешний вид которого показан на **рис. 4**, был передан в центр метрологии Ростест-

DA1.2 и DA2, имеющий коэффициент передачи 1/3. Благодаря этому численные значения показаний прибора равны значению магнитной индукции в Гауссах, т. е.  $K=1$  мВ/Гс. Измеренное выходное сопротивление датчика Холла в

практически с любыми радиоизмерительными приборами.

Работа с прибором показала необходимость введения в устройство индикатора включения и индикатора разрядки элементов питания. Узел индикаторов выполнен на транзисторах VT1—VT3 и двухцветном светодиоде HL1. При напряжении на плюсовой линии питания более 2,8 В транзисторы VT1, VT2 открыты, поэтому светит кристалл зелёного свечения. При напряжении 2,8 В и менее транзисторы VT1, VT2 закрываются, а открывается транзистор VT3 и светодиод светит красным, указывая на необходимость зарядки аккумуляторов. Через кристалл зелёного свечения протекает ток около 0,5 мА. Ток через красный светодиод задаётся резистором R13 и составляет 1,8 мА.



Рис. 4

Москва. Результаты калибровки приведены на **рис. 5** и **рис. 6**. В процессе калибровки снималась зависимость

точке "а" равно 2,5 кОм. Выходное сопротивление в точке "б" — около 5 кОм. Указанные значения существен-

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
**ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА**  
Федеральное государственное учреждение  
"Российский Центр испытаний и сертификации - Москва"

**СЕРТИФИКАТ**  
**КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
№ 165/447

Средство измерений Измеритель магнитной индукции  
ИМИ-02  
наименование и тип

Предел см. на обороте  
см. на обороте

заводской № 07

принадлежащее ООО «Радио-Н» ИНН 5027068679  
наименование юридического (физического) лица, ИПН

Начальник лаборатории № "447" Котельников Е.В.  
(подпись) (фамилия и и. о.)

Поверитель Дробах Е.В.  
(подпись) (фамилия и и. о.)

Калибровочное клеймо **2 К 0 К 8 МА**

" 21 " 05 2008 г.

Рис. 5

Результаты поверки  
(заполняются при наличии соответствующих требований в нормативном документе по поверке)

1. Условия калибровки нормальные по ГОСТ 22261-94.
2. Калибровка проведена по методике МИ 2185-92, ТО.
3. В качестве эталона применена установка УПТ-2.

**РЕЗУЛЬТАТЫ КАЛИБРОВКИ**

Поверяемая точка, мТл	Полученные значения, В	Предел доп. осн. погр. %
30,0	0,940	10,0
40,0	1,244	
50,0	1,547	
60,0	1,850	
70,0	2,12	
80,0	2,42	

Рекомендуемая периодичность калибровки 1 год.

Поверитель Дробах Е.В.

Орган Государственной метрологической службы Ростест-Москва аккредитован  
Госстандартом России на проведение поверки и испытаний средств измерений.

117418, Москва Тел: (495) 129-19-11, 8 499 744-48-02  
Нахимовский проспект, 31 Факс: (495) 129-25-33

Бланк № **087644**

Рис. 6

напряжения между точками "а" и "б", измеренное цифровым вольтметром, от индукции магнитного поля, задаваемого эталонной установкой. На **рис. 7** показан график указанной зависимости, построенный по результатам калибровки. Можно видеть, что коэффициент передачи измерителя равен  $K = 3000 \text{ мВ}/100 \text{ мТл} = 30 \text{ мВ}/\text{мТл}$ . Если учесть, что  $1 \text{ Тл} = 10000 \text{ Гс}$  (Гаусс), коэффициент передачи равен  $K = 3 \text{ мВ}/\text{Гс}$ .

Очевидно, что на практике гораздо более удобны приборы с прямым отсчётом. Для реализации этого в устройство введён масштабирующий дифференциальный усилитель на ОУ DA1.1,

но больше сопротивлений источников сигналов, при которых дифференциальный усилитель на основе DA2 корректно выполняет свою функцию (менее 100 Ом). Поэтому для согласования в схему введены повторители напряжения на основе DA1. Общий коэффициент передачи дифференциального усилителя равен 1/3 с погрешностью не более 1 % при условии точного подбора сопротивлений R4—R7. Для подавления высокочастотных помех в усилитель введён фильтр нижних частот R5C1, имеющий частоту среза около 100 кГц. Вместе с тем, несимметричный выход прибора легко согласуется

Прибор измеряет не только индукцию постоянного магнитного поля, но и позволяет исследовать индукцию переменного и импульсного поля. Для определения амплитудно-частотной характеристики прибора была собрана измерительная установка согласно **рис. 8**, в которой использованы следующие измерительные приборы: низкочастотный генератор G1 (ГЗ-112), цифровой осциллограф A1 (АКИП-4122/10) и цифровой вольтметр PV1 (мультиметр Fluke-287).

Для создания синусоидального магнитного поля изготовлен тороидальный индуктор, для изготовления кото-



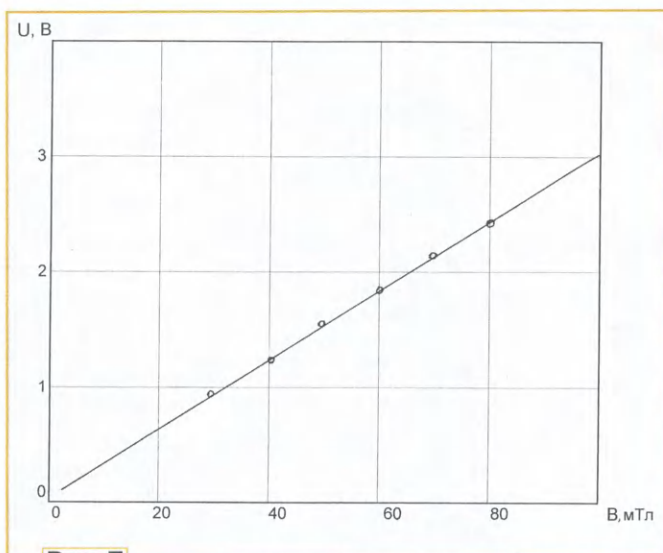


Рис. 7

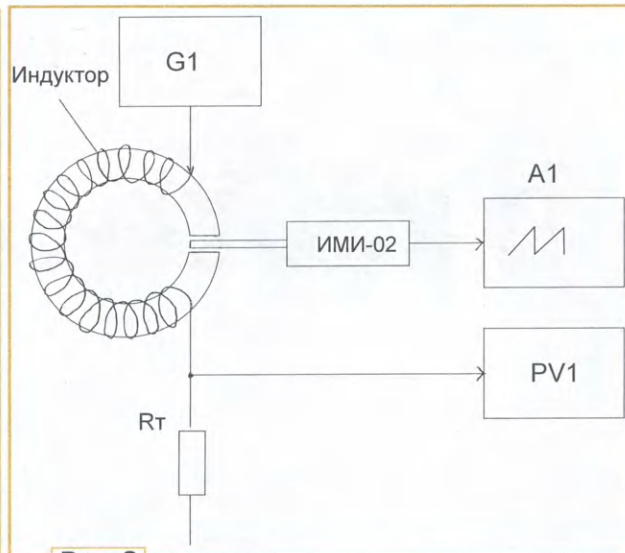


Рис. 8

рого использован ферритовый кольцевой магнитопровод М2000НМ размерами 38×7×7 мм. Кромки кольца зачищают наждачной бумагой, затем его поверхность покрывается нитролаком. После этого в кольце делают два пропила с помощью отрезного диска, зажатого в бормашину (гравёр) так, чтобы в кольце получился зазор шириной 4 мм. На кольцо наматывают 200 витков провода ПЭВ-2, равномерно распределённых по его поверхности. При прохождении по обмотке переменного тока в зазоре образуется достаточно равномерное магнитное поле, поскольку площадь торцевой поверхности зазора много больше площади чувствительного элемента датчика Холла. Необходимо заметить, что наличие зазора более чем на порядок снижает эффективную магнитную проницаемость  $\mu_{\text{эф}}$  магнитопровода. Магнитная индукция в магнитопроводе [3]:

$$B = \mu_{\text{эф}} \times \mu_0 \times n \times I / L,$$
 где  $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$  (Гн/м) — магнитная постоянная;  $n$  — число витков обмотки;  $I$  — ток в обмотке;  $L$  — средняя длина магнитной линии.

Из формулы следует, что при постоянных конструктивных параметрах индукция в зазоре пропорциональна току через обмотку. Для измерения амплитудно-частотной характеристики прибора необходимо поддерживать постоянную амплитуду синусоидального тока через обмотку в исследуемом диапазоне частот. Для контроля тока служит резистивный датчик  $R_T = 50$  Ом, напряжение на котором измеряют цифровым вольтметром. В зазор индуктора вводится датчик Холла прибора. Изменяя частоту синусоидального сигнала, ручной регулировкой выходного напряжения генератора необходимо поддерживать постоянство амплитуды синусоидального напряжения на резистивном датчике. При исследовании напряжение на  $R_T$  поддерживалось равным 500 мВ, что соответствует току через обмотку 10 мА. Амплитуда и форма выходного сигнала ИМИ-02 измеряется цифровым осциллографом. Получен-

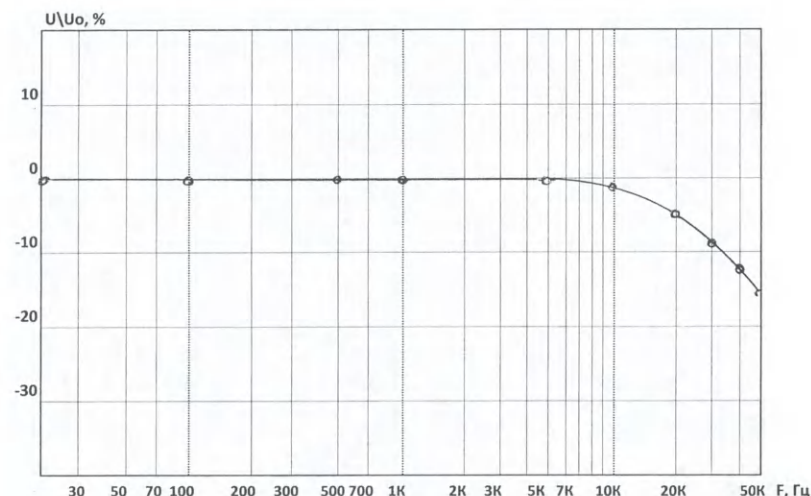


Рис. 9

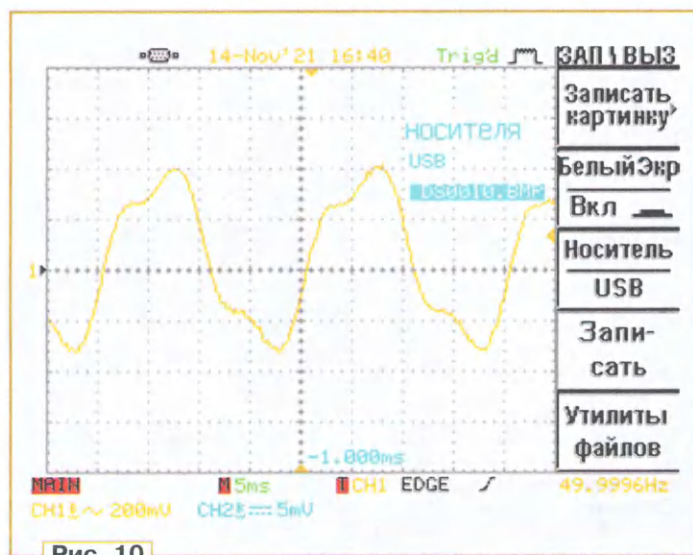


Рис. 10

ная амплитудно-частотная характеристика приведена на **рис. 9**. Полоса пропускания прибора, соответствующая уменьшению коэффициента пере-

В отверстие первой секции вклеена алюминиевая трубка длиной 105 мм, диаметром 6 мм с толщиной стенки 0,5 мм. Внешнюю часть трубки аккурат-



Рис. 11



Рис. 12

дачи на 10 % составляет 35 кГц, что достаточно для большинства измерений быстроменяющихся магнитных полей. Среднеквадратичное выходное напряжение шума прибора — около 0,6 мВ, динамический диапазон — 64 дБ.

В качестве примера на **рис. 10** приведена осциллограмма изменения магнитного поля магнитотерапевтического прибора АМТ-01 (ОАО Амкор-Белваро, Минск). Датчик прибора был зафиксирован в точке максимальной индукции прибора. Амплитудное значение магнитной индукции — 40 мТл.

Прибор выполнен в виде щупа, соединяемого с цифровым мультиметром или осциллографом экранированным кабелем. Корпус прибора склеен эпоксидным клеем из фольгированного стеклотекстолита (**рис. 11**). В крышке корпуса высверлены два отверстия, первое из них предназначено для доступа к подстроечному резистору установки нуля, второе — для крепления крышки корпуса винтом М2,5 с потайной головкой. Внешние размеры корпуса — 28×20×135 мм. Фольга обращена внутрь корпуса и после точечной пропайки образует экран, который соединяют с общим проводом. Корпус имеет три секции, разделённые двумя вклеенными перегородками из стеклотекстолита.

но сплющивают до внешнего размера 3 мм, затем в неё монтируют датчик Холла с предварительно припаянными проводами МГТФ 0,07. В первой секции размещена односторонняя печатная плата размерами 43×23 мм, на которой смонтирован дифференциальный усилитель. Резисторы впаивают в отверстия перпендикулярно плате. Подстроечный резистор R2 установки нуля — СПЗ-44, конденсаторы — керамические КМ или плёночные К73.

Во второй секции размещён отсек для установки двух литий-ионных аккумуляторов формата 10440 (диаметр — 10,5 мм, длина — 45 мм) ёмкостью 300 мА·ч. Выключатель SA1 — SMTS-202 на два положения и два направления, выходное гнездо XS1 —

AUB-11 для вилки диаметром 3,5 мм. На **рис. 12** приведено фото конструкции со стороны задней стенки (выключатель питания, светодиод и выходное гнездо). Печатная плата узла индикации — односторонняя размерами 10×15 мм. На ней смонтированы резисторы типоразмеров 1206 и транзисторы для поверхностного монтажа. Плата приклеена ко второй перегородке.

Налаживание прибора сводится к подборке резистора R10, при котором включение светодиода красного свечения происходит при снижении напряжения питания до 2,8 В.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Как используется эффект Холла: принципы явления и способы применения. — URL: <https://rusenergetics.ru/praktika/kak-ispolzuet-sya-effekt-xolla> (19.11.21).
2. Solid State Sensors. SS490 Series Miniature Ratiometric Linear. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/305/DOC012305-276.pdf> (19.11.21).
3. Расчёт катушки индуктивности с тороидальным сердечником. — URL: <https://rc74.ru/raznoe/raschet-katushki-induktivnosti-s-toroidalnym-serdechnikom-on-line-kalkulyatory-raschet-katushki-na-ferritovom-kolce-kak-rasschitat-induktivnost-katushek-s-zamknutyimi-serdechnikami.html> (19.11.21).

В настоящее время в большинстве многоканальных систем дистанционного пропорционального управления моделями применяется, как правило, метод импульсной передачи команд с временным разделением каналов. При этом методе сигналы, содержащие информацию об угловом положении исполнительного органа сервоприводов, формируются изменением длительности канальных импульсов, вырабатываемых шифратором команд в зависимости от углового положения рукояток управления передатчика. Для передачи информации по каналу связи эти импульсы преобразуются шифратором команд в короткие импульсы фиксированной длительности, образующие канальные послышки, разделённые синхروпаузой, при этом информация о значении передаваемой команды в соответствующем канале управления содержится во временном интервале между импульсами канальной послышки, а число импульсов в ней зависит от числа каналов управления [1—4].

Предлагаю свой вариант шифратора команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. По мнению автора, в отличие от известных устройств аналогичного назначения [1—4], он обладает высокой линейностью преобразования углового положения рукояток управления передатчика в длительность канальных импульсов, что позволяет более точно управлять сервоприводами модели.

Модель самолёта, управляемая с помощью передатчика, оснащённого этим шифратором, может одновременно исполнять следующие пропорциональные команды: "влево—вправо", "вверх—вниз", "крен влево—вправо", "обороты двигателя больше—меньше", что позволяет выполнять фигуры комплекса высшего пилотажа [2], утверждённого Международной федерацией аэронавтики (FAI) для радиоуправляемых авиамodelей.

Шифратор команд выполнен на доступной элементной базе, прост в наладивании и стабилен в работе.

#### Основные технические характеристики

Число каналов управления .....	4
Период следования канальных импульсов, мс .....	20
Длительность канальных импульсов, мс .....	1...2
Длительность импульсов канальной послышки, мс .....	0,3
Длительность синхропаузы, мс, не менее .....	11,7
Амплитуда импульсов канальной послышки, В, не менее .....	7
Напряжение питания, В .....	12
Ток потребления, мА, не более .....	60

Функциональная схема шифратора команд представлена на **рис. 1**. Шифратор команд включает в себя генератор прямоугольных импульсов G1;



# Шифратор команд

## для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями

О. ИЛЬИН, г. Казань

*Сегодня шифраторы команд систем дистанционного управления проще сделать на основе микроконтроллеров. Предлагаемая статья предназначена для тех, кто не знаком с микроконтроллерной техникой и её программированием. В ней описан шифратор, который собран на дискретных элементах и микросхемах средней степени интеграции.*

формирователи коротких импульсов — дифференцирующие цепи R1C1, R3C2, R5C3, R7C4, R9C5; формирователи канальных импульсов — одновибраторы U1—U4, длительность выходных импульсов которых регулируют соответствующими переменными резисторами R2, R4, R6, R8, попарно сопряжёнными посредством специальных меха-

анизмов, период следования которых равен  $T$ , а длительность —  $\tau$ , причём в момент времени  $t_0$  формируется их фронт, а в момент  $t_1$  — спад.

Эти импульсы поступают на вход дифференцирующей цепи R1C1. В момент времени  $t_1$  на её выходе образуется кратковременный перепад напряжения  $U_{\text{вых. R1C1}}$  с высокого на низкий уро-

вень.

В моменты  $t_1$ — $t_5$ , когда на выходе генератора G1 и соответствующего одновибратора U1—U4 присутствует напряжение низкого уровня, от источника напряжения питания  $+U_{\text{пит}}$  через резистор R10 и одну из цепей VD1C1—VD5C5 протекает импульс тока, создающий падение напряжения на резисторе R10. В результате этого на входе одновибратора U5 образуется последовательность кратковременных перепадов напряжения  $U_{\text{вх. U5}}$  с высокого на низкий уровень. Каждый из этих перепадов напряжения запускает одновибратор U5, в результате чего в моменты  $t_1$ — $t_5$  на его выходе формируются прямоугольные импульсы напряжения  $U_{\text{вых. U5}}$  фиксированной длительности  $\tau_0$  — импульсы канальной послылки, при этом временные интервалы  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ,  $\tau_4$  между импульсами канальной послылки содержат информацию о значении команды в соответствующем канале управления.

Далее процесс формирования импульсов канальной послылки повторяется с периодом  $T$ , а интервал времени  $\tau_{\text{сп}}$  между канальными послылками образует синхропаузу. С выхода шифратора команд импульсы канальной послылки подаются на вход модулятора передатчика.

Схема шифратора команд показана на рис. 3, а схема одновибраторов U1—U4 с позиционными обозначениями элементов одновибратора U1 — на рис. 4. Интегральный таймер DA1, диоды VD1, VD2, резисторы R1, R2 и конденсаторы C1, C3 образуют генератор прямоугольных импульсов напряжения (G1 на рис. 1). Конденсаторы C1, C3 — времязадающий и фильтрующий соответственно. Диоды VD1, VD2 служат для разделения направления протекания тока разрядки и зарядки конденсатора C1. Длительность  $\tau$  генерируемых импульсов задана резистором R2, а длительность паузы между

низмов [1—3] с двумя рукоятками управления передатчика, задающими угловое положение вала этих резисторов относительно его оси вращения; формирователь импульсов канальной послылки — одновибратор U5; формирователь импульсов запуска одновибратора U5 — диоды VD1—VD5 и резистор R10.

На рис. 2 представлены временные диаграммы напряжений в характерных точках шифратора команд, поясняющие его работу (для наглядности масштаб по осям абсцисс и ординат не соблюден, а форма импульсного напряжения на выходе дифференцирующих цепей изображена упрощённо, без выброса, не оказывающего влияния на функционирование шифратора команд).

Работает шифратор команд так. Генератор G1 вырабатывает на своём выходе последовательность прямоугольных импульсов напряжения  $U_{\text{вых. G1}}$

Этот перепад напряжения запускает одновибратор U1, формирующий на своём выходе прямоугольный импульс напряжения  $U_{\text{вых. U1}}$  длительностью  $\tau_1$ , которая зависит от углового положения вала переменного резистора R2.

Аналогичным образом в моменты времени  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  выходными импульсами  $U_{\text{вых. R3C2}}$ ,  $U_{\text{вых. R5C3}}$ ,  $U_{\text{вых. R7C4}}$  дифференцирующих цепей R3C2, R5C3, R7C4 запускаются одновибраторы U2, U3, U4, формирующие на своих выходах прямоугольные импульсы напряжения  $U_{\text{вых. U2}}$ ,  $U_{\text{вых. U3}}$ ,  $U_{\text{вых. U4}}$  длительностью  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ,  $\tau_4$ , которая задаётся угловым положением вала переменных резисторов R4, R6, R8 соответственно.

В момент времени  $t_5$  формируется спад выходного импульса одновибратора U4, при этом на выходе дифференцирующей цепи R9C5 образуется кратковременный перепад напряже-

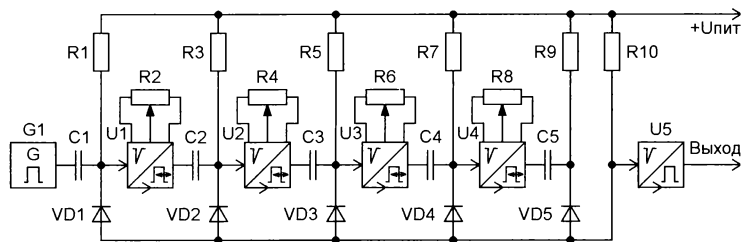


Рис. 1

ними — резистором R1. Период следования  $T$  выходных импульсов этого генератора — 20 мс, а их длительность  $\tau$  — 4 мс.

Одновибратор U1 выполнен на основе управляемого напряжением формирователя прямоугольных импульсов [5, 6]. Он включает в себя генератор стабильного тока (ГСТ), собранный на ОУ DA3, транзисторе VT1, резисторах R3, R4, R6—R9 и конденсаторе C5; триггер на интегральном таймере DA4; электронный ключ VT2R10; времязадающий конденсатор C7; пороговое устройство, содержащее компаратор DA5 и формирователь порогового напряжения — делитель напряжения R12—R14, фильтрующий конденсатор C8.

Делитель напряжения R3R4 и фильтрующий конденсатор C5 образуют источник образцового напряжения ГСТ. Резисторы R6 (подстроечный) и R7 задают выходной ток ГСТ. Резистор R9 задаёт ток, потребляемый ОУ DA3. Резистор R8 ограничивает ток базы транзистора VT1. Резистор R11 — нагрузка коллектора выходного транзистора компаратора DA5.

Кратковременный перепад напряжения с высокого на низкий уровень, поступающий на вход S интегрального таймера DA4 с выхода дифференцирующей цепи R5C6, вход которой соединён с выходом генератора прямоугольных импульсов G1, устанавливает таймер DA4 в единичное состояние. В это же время через резистор R10 на базу транзистора VT2 с выхода генератора прямоугольных импульсов G1 поступает перепад напряжения с высокого на низкий уровень, переводящий транзистор VT2 из открытого в закрытое состояние. Конденсатор C7, разряженный через открытый транзистор VT2, после его закрытия заряжается выходным током ГСТ, при этом напряжение на конденсаторе возрастает по линейному закону. Напряжение с верхней по схеме обкладки конденсатора C7 поступает на инвертирующий вход компаратора DA5.

В момент запуска одновибратора U1 напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA5, заданное делителем напряжения R12—R14, превышает напряжение на его инвертирующем входе, при этом на выходе компаратора присутствует напряжение высокого уровня, которое поступает на вход E таймера DA4, разрешая его работу.

В момент превышения напряжением на конденсаторе C7 напряжения, приложенного к неинвертирующему входу компаратора DA5, компаратор переключается в противоположное состояние. В результате этого на вход E таймера DA4 с выхода компаратора DA5 поступает напряжение низкого уровня, следствием чего является появление напряжения низкого уровня и на выходе таймера DA4, при этом процесс формирования одновибратором U1 канального импульса длительностью  $\tau_1$  заканчивается.

Длительностью  $\tau_1$  выходных импульсов  $U_{\text{вых U1}}$  одновибратора U1 управляют переменным резистором R13, регули-

руя пороговое напряжение, приложенное к неинвертирующему входу компаратора DA5.

Одновибраторы U2, U3, U4 по схеме аналогичны одновибратору U1 и имеют общий с ним источник образцового напряжения соответствующих ГСТ — делитель напряжения R3R4C5. Длительностью выходных импульсов  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ,  $\tau_4$  одновибраторов U2, U3, U4 управляют переменными резисторами R23, R33, R43 соответственно.

На интегральном таймере DA15, резисторе R47, времязадающем C19 и фильтрующем C21 конденсаторах собран формирователь импульсов канальной посылки — одновибратор U5. Его схема типовая и особенностей не имеет. Резистор R46, диоды VD3—VD7 и RC-цепи C6R5, C9R15, C12R25,

C15R35, C18R45 формируют импульсы запуска этого одновибратора. Длительность  $\tau_0$  выходных импульсов одновибратора U5 — 0,3 мс.

Интегральный стабилизатор напряжения DA2 формирует напряжение +9 В, необходимое для работы шифратора команд. Конденсаторы C2, C4, C20 — фильтрующие.

Монтаж шифратора команд выполнен навесным способом на макетной плате. Переменные резисторы R13, R23 сопряжены с рукояткой управления передатчика, задающей положение элеронов и руля высоты, а переменные резисторы R33, R43 — с рукояткой управления передатчика, задающей частоту вращения вала двигателя и положение руля направления авиамодели.

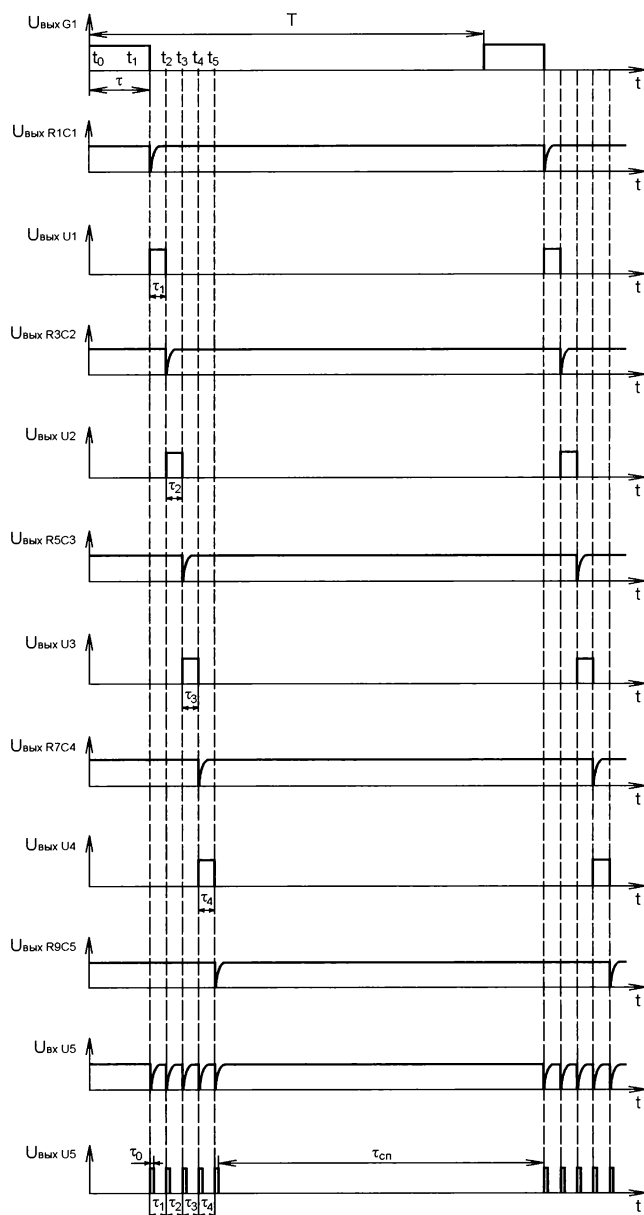


Рис. 2



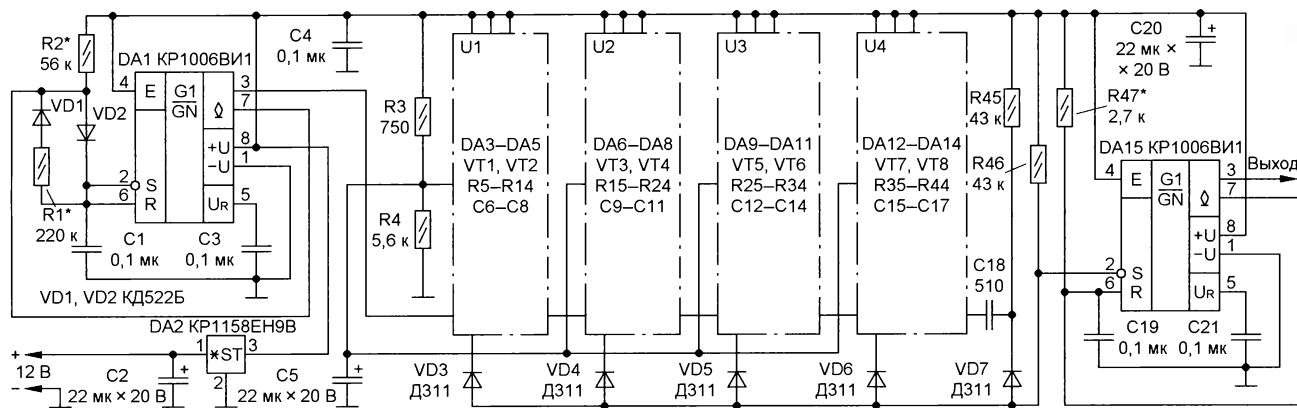


Рис. 3

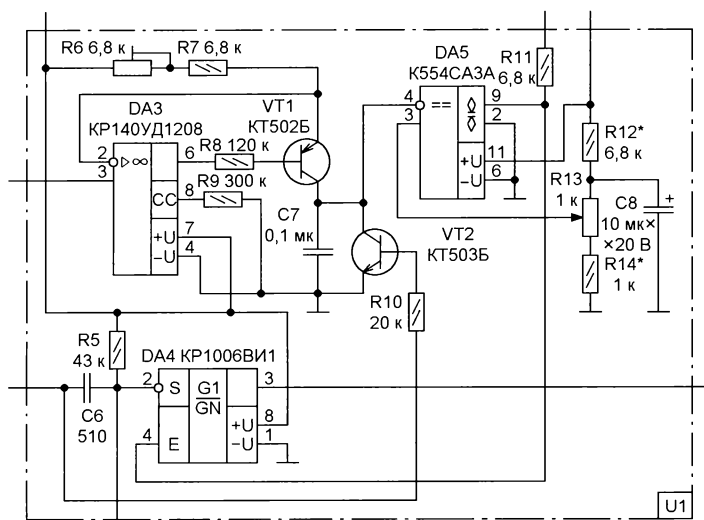


Рис. 4

В шифраторе команд применены танталовые оксидно-полупроводниковые конденсаторы К53-16, керамические конденсаторы — К10-17-1а, конденсаторы С1, С7, С10, С13, С16, С19 — плёночные К73-17, их можно заменить на К73-9, К73-24. Вместо конденсаторов этих типов можно использовать импортные аналоги.

Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Переменные и подстроечные резисторы — СП4-1а и СП4-1в соответственно, их можно заменить другими, подходящими по электрическим характеристикам и конструкции.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или другими подобными, например, серий КД503, КД521. Германиевые диоды Д311 можно заменить диодами этой же серии или германиевыми диодами других серий с постоянным прямым напряжением не более 0,5 В, например, серий Д312, ГД402, ГД507, ГД508.

Транзисторы КТ502Б, КТ503Б заменяются транзисторами этих же серий или транзисторами структуры р-п-р и п-р-п других серий, например, КТ361, КТ315. Интегральные таймеры КР1006ВИ1 можно заменить импортными аналогами серии 555. ОУ КР140УД1208 заменяются на 140УД12, К140УД12, КР140УД12 с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов. Компараторы К554СА3А заменяются на К554СА3Б или Р554СА3А, К554СА301А, К554СА301Б, 521СА3, Н521СА3, 521СА301, К521СА301А, К521СА301Б с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов, а также на импортные аналоги LM111, LM311. Микросхему КР1158ЕН9В можно заменить микросхемами этой же серии в другом конструктивном исполнении.

Налаживание шифратора команд сводится к контролю соответствия параметров формируемых импульсов значениям, приведённым в основных технических характеристиках. В сред-

нем положении рукояток управления передатчика и движков его триммеров длительность канальных импульсов должна быть равна 1,5 мс, а в противоположных крайних положениях рукояток управления — 1 мс и 2 мс соответственно. При необходимости длительность соответствующих канальных импульсов корректируют подстроечными резисторами R6, R16, R26, R36 и подбором резисторов R12, R14, R22, R24, R32, R34, R42, R44. Длительность импульсов канальной послышки корректируют подбором резистора R47, а период их следования — подбором резисторов R1, R2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Войцеховский Я.** Дистанционное управление моделями. Пособие моделиста и радиолюбителя. Пер с польск. Под ред. А. П. Павлова и Н. Н. Путяткина. — М.: Связь, 1977.
2. **Васильченко М. Е., Дьяков А. В.** Радиомодельная телемеханика. — М.: Энергия, 1979.
3. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями / Пер. с нем. В. Н. Пальянова. — М.: ДОСААФ, 1980.
4. **Днищенко В. А.** 500 схем для радиолюбителей. Дистанционное управление моделями. — СПб.: Наука и техника, 2007.
5. **Ильин О.** Авиамодельный высотомер с цифровым индикатором. — Радио, 2020, № 6, с. 38—40.
6. **Ильин О.** Управляемый напряжением формирователь относительно коротких прямоугольных импульсов. — Радиолюбитель, 2020, № 7, с. 14—16.

#### МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

РЕТРОРАДИОДЕТАЛИ в режиме  
ОНЛАЙН в разделе РАРИТЕТ  
Оплата и доставка выбранным  
ВАМИ способом  
[www.radiodetali.perm.ru](http://www.radiodetali.perm.ru)  
Тел: 8-800-201-75-54

# Пробник высоковольтных светодиодных матриц

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

*Сейчас в продаже появились светодиодные матрицы, рассчитанные на питание непосредственно от бытовой электрической сети. При покупке подобных матриц желательно проверить их исправность. Предлагаемое устройство для проверки таких матриц собрано с использованием деталей от неисправного или морально устаревшего плёночного фотоаппарата.*

В связи с широким распространением осветительных светодиодов и светодиодных матриц возникает вопрос проверки их исправности. Для этого можно использовать различные пробники с автономным питанием [1, 2]. Но в последнее время всё более популярными становятся светодиодные матрицы с питанием непосредственно от сети 230 В [3]. Такие матрицы с помощью упомянутых выше пробников проверить нельзя из-за недостаточного выходного напряжения.

сеть может оказаться труднодоступной. В этом случае придётся пробник с автономным питанием, выходное напряжение которого было бы достаточно для проверки светодиодных матриц с сетевым питанием. Такой пробник должен содержать высоковольтный преобразователь напряжения, который с целью

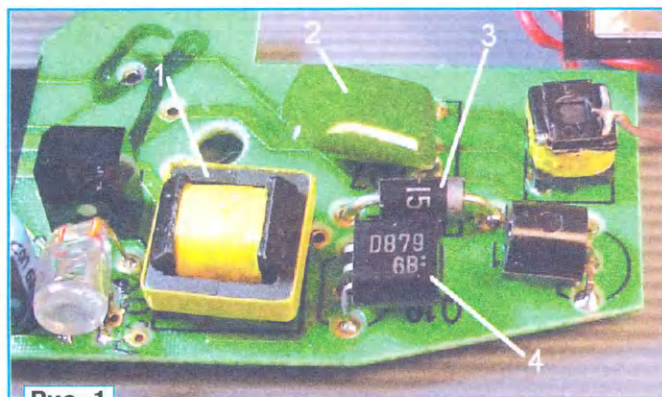


Рис. 1

Конечно, такие матрицы можно проверить, подключая их непосредственно к сети 230 В, но это небезопасно, да и

упрощения схемы целесообразно собрать на одном транзисторе, а для

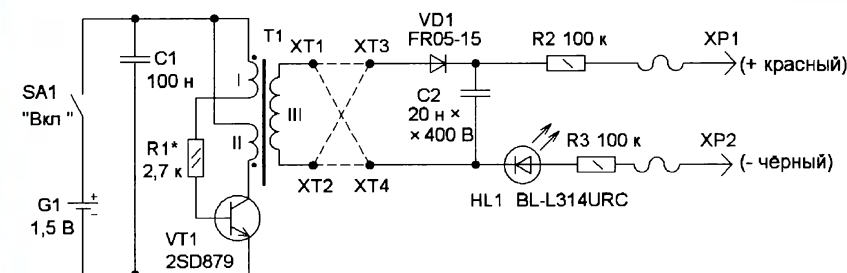


Рис. 2

питания удобно использовать гальванические элементы типоразмера ААА. Но в этом случае потребуется повышающий импульсный трансформатор, да и транзистор подойдёт не любой.

Однако в некоторых случаях такой преобразователь зачастую лежит без дела где-нибудь на антресолях. Речь идёт о плёночных фотоаппаратах, которые в настоящее время морально устарели и не используются. Между тем, они, особенно автоматические, содержат различные радиоэлектронные компоненты, которые можно с успехом применить на практике. О варианте такого устройства — стробоскопе на основе деталей фотоаппарата было рассказано в [4]. Но сейчас речь пойдёт о повышающем преобразователе напряжения для питания фотовспышки.

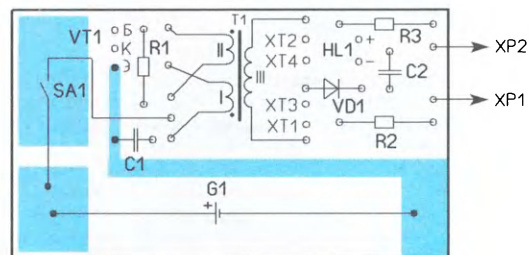
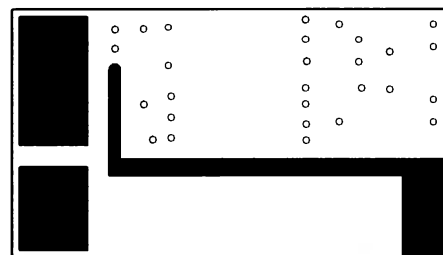
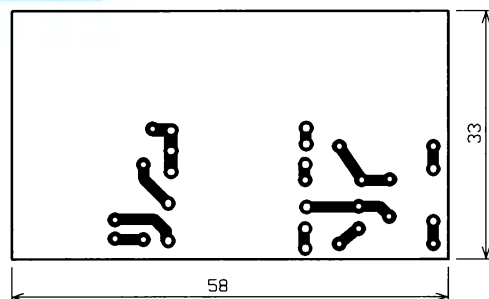


Рис. 3

В качестве донора был выбран плёночный фотоаппарат Кописа с системой автофокусировки, автоматического определения выдержки и др. Желательно проверить, исправна ли у него фотовспышка; если это так, то исправен и повышающий преобразователь напряжения. Элементы преобразователя напряжения размещены на обратной стороне печатной платы, расположенной рядом с окном для газоразрядной импульсной лампы (рис. 1). Для изготовления преобразователя потребуются



ся малогабаритный импульсный повышающий трансформатор 1, быстродействующий выпрямительный диод 3 [5], транзистор 4 и конденсатор 2 на номинальное напряжение 400 В. Несколько слов о транзисторе, который применен в преобразователе, в данном случае это 2SD879 [6]. Этот транзистор предназначен специально для работы в импульсных устройствах с малым напряжением питания, он обладает большим коэффициентом передачи тока и малым напряжением насыщения, что важно

её светодиоды будут слабо светить в обоих случаях. Дело в том, что драйвер такой матрицы, как правило, содержит диодный выпрямительный мост. Одновременно станет светить и светодиод HL1 пробника. Если не светит ни светодиод пробника, ни светодиоды матрицы, значит, в матрице обрыв соединений или перегорел какой-то элемент. Если светит только светодиод пробника, значит, в матрице замыкание или слишком большая утечка тока у каких-либо элементов.

Для корпуса пробника был выбран контейнер размерами 62×37×14 мм от драже Тис-Тас. Печатная плата рассчитана для установки в этот корпус. Изготовлена она из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**. Применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсатор С1 — плёночный или керамический. Светодиод — любого свечения сверхъяркий с диаметром корпуса 3 мм. Выключатель — ПД9-2 или импортный аналогичной конструкции. Источник питания — гальванический элемент типа размера AAA. Остальные детали — от фотоаппарата, их надо демонтировать с его платы. После выпаивания импульсного трансформатора, а делать это надо в первую очередь и очень аккуратно, следует уточнить схему его подключения к транзистору, к выпрямительному диоду и определить обмотки и назначение их выводов.

Корпус выключателя припаян к металлизированной площадке на плате так, чтобы при открывании клапана контейнера был доступ к движку

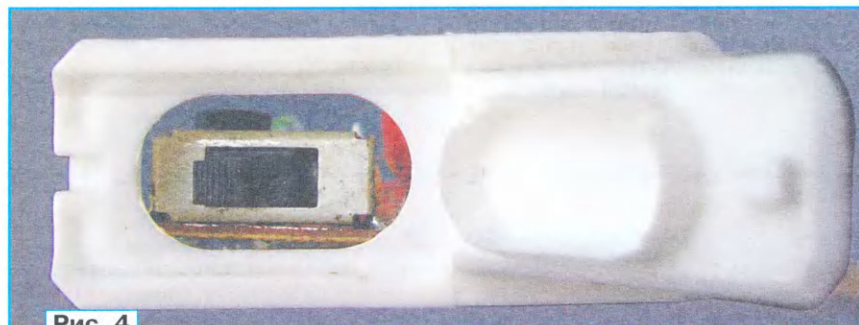


Рис. 4

при напряжении источника питания 1...1,5 В.

Схема пробника показана на **рис. 2**. На транзисторе VT1 и трансформаторе Т1 собран блокинг-генератор. Она соответствует схеме преобразователя в фотоаппарате. Трансформатор содержит первичную обмотку II, обмотку обратной связи I и вторичную повышающую обмотку III. После подачи питающего напряжения блокинг-генератор начинает работать, и импульсы напряжения на вторичной обмотке выпрямляет диод VD1, конденсатор С2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, резисторы R2 и R3 ограничивают выходной ток преобразователя до безопасного значения (около 1 мА). Диод HL1 служит индикатором наличия выходного тока.

Для проверки светодиодных матриц с сетевым питанием пробником пользуются так. Подключают щупы пробника к контактным площадкам матрицы в разной полярности, если она исправна,

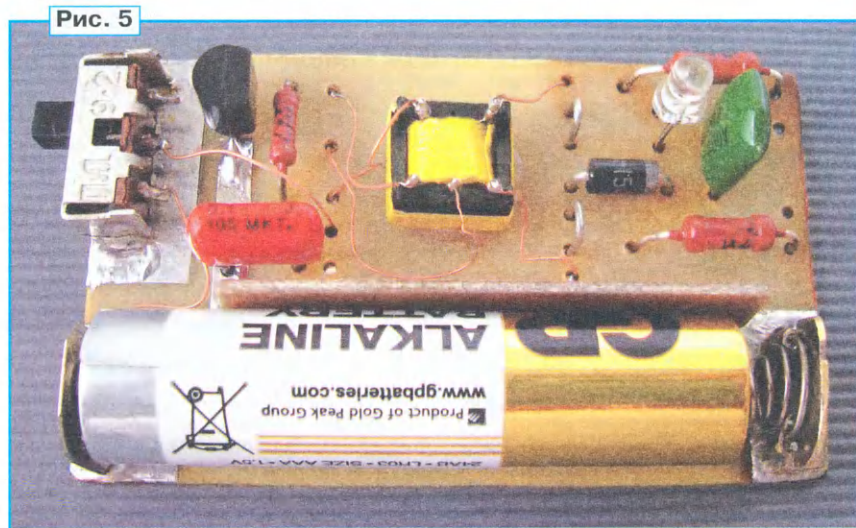


Рис. 5

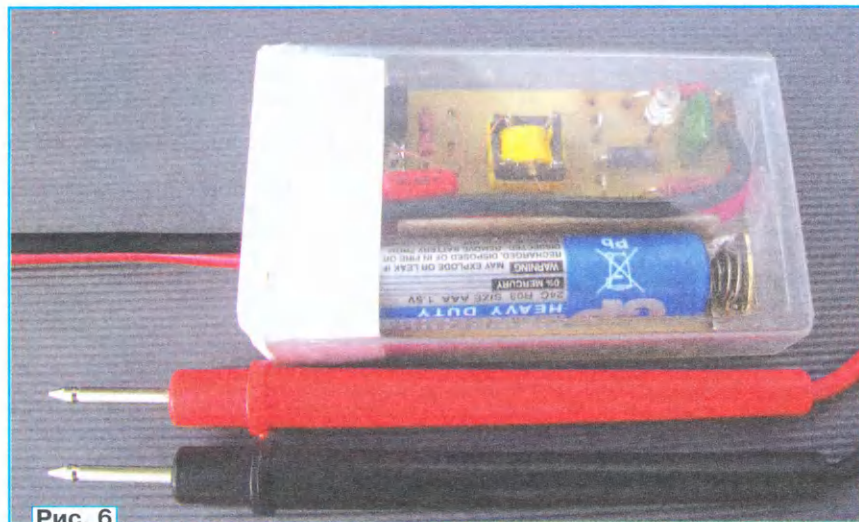


Рис. 6

выключателя (**рис. 4**). Такая конструкция исключает случайное включение пробника. Импульсный трансформатор закреплён на плате с помощью термоклея, а его выводы соединены с печатными проводниками платы отрезками провода. Это сделано специально для того, чтобы было можно оперативно изменять варианты подключения трансформатора, а также применить трансформатор другой конструкции или размера.

Для подключения пробника к светодиодной матрице надо применить удобные гибкие провода с щупами на концах. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 5**, а собранного пробника — на **рис. 6**.

Выходное напряжение при напряжении питания 1,6 В (новый элемент питания) — 270 В (при нулевом выходном токе), потребляемый ток — около 40 мА, при замыкании выводов щупа ток увеличивался до 100 мА.



Подборкой резистора R1 можно установить режим преобразователя, который обеспечивает минимальный потребляемый ток при требуемом выходном напряжении. Можно сделать два варианта подключения вторичной обмотки трансформатора к выпрямителю. Первый вариант — отрезками провода соединяют контактные площадки: XT1 — с XT3, XT2 — с XT4, второй вариант — соединяют площадку XT1 с XT4, а XT2 — с XT3. Оставляют вариант, при котором выходное напряжение больше.

Следует отметить, что выходной ток пробника мал, но выходное напряжение может повредить отдельные светодиоды и низковольтные светодиод-

ные матрицы, если на них подать обратное напряжение, поэтому этим пробником не рекомендуется проверять такие приборы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Щуп-пробник светодиодов и светодиодных матриц. — Радио, 2021, № 5, с. 28—30.
2. Нечаев И. Пробник для проверки светодиодов... и не только. — Радио, 2019, № 10, с. 62, 63.
3. Светодиодная матрица 6040-F2525 20 Вт. — URL: <https://sestek.ru/id/svetodiody-naya-matrica-6040-f2525-20vt-1700-lm--cob-6000k-175-265v-ac-pf0-9-60x40mm--220v-2309.html> (09.09.21).

4. Нечаев И. Стробоскоп для домашней вечеринки из деталей фотоаппарата. — Радио, 2021, № 11, с. 34, 35.

5. FR05-12—FR05-20. FAST RECOVERY RECTIFIERS. — URL: <https://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/842432/DSK/FR05-15.html> (09.09.21).

6. 2SD879. 1.5V, 3V Strobe Applications. — URL: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/39207/SANYO/2SD879/125/1/2SD879.htm> (09.09.21).

От редакции. По адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/prob.zip> имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.

## Электронные часы с высотой знака 12 см

**В. ГНИТИЁВ, г. Железногорск Красноярского края**

*В статье пойдёт речь о упрощённой версии часов [1], она отличается меньшей стоимостью и трудоёмкостью изготовления, а также в ней исправлены конструктивные недостатки предыдущей.*

Часы, описанные в статье [1], обладают высокой сложностью изготовления и избыточной функциональностью для повседневной эксплуатации. Исходя из этого, было принято решение сделать максимально упрощённую, дешёвую, технологичную версию, лишённую всех выявленных конструктивных и технологических недостатков. Начнём с выявленных недостатков:

- токоограничивающие резисторы расположены близко друг к другу и к светодиодам, что приводит к локальному нагреву отдельных участков платы и к деградации светодиодов (изменение цвета свечения и выход из строя);

- большое разнообразие типов и номиналов элементов;

- применение выводных светодиодов и как следствие, сложная в изготовлении печатная плата (около 1000 отверстий), более сложный монтаж в отверстия и увеличение толщины платы с элементами;

- громоздкий и сложный в изготовлении корпус;

- нестандартный и сложный в изготовлении блок питания.

Для усовершенствования конструкции были приняты следующие меры:

- применены только элементы для поверхностного монтажа, при этом не требуется сверления отверстий;

- уменьшено число перемычек и жгутов;

- токоограничивающие резисторы разных номиналов заменены на резисторы меньшей мощности одного номинала, а сами резисторы равномерно рассредоточены по поверхности платы, при этом снижается общее число номиналов и улучшается теплоотвод;

- исключён Ethernet-интерфейс и каналы управления внешней нагрузкой;

- уменьшена толщина корпуса и полностью изменена его конструкция, все стенки выполнены из оргстекла, а задней стенкой является сама плата;

- для питания в устройство введен дополнительный повышающий импульсный преобразователь напряжения, что позволило использовать любой блок питания с выходным напряжением от 5 до 20 В достаточной мощности. При этом расширился интервал питающих напряжений, появилась возможность использовать готовый блок питания;

- блок питания был вынесен за пределы корпуса, это уменьшило его габариты, сложность изготовления и стоимость;

— реализована правильная подача питающих напряжений (сначала низкое, затем высокое), что повысило надёжность.

Схема часов представлена на рис. 1. Они состоят из трёх основных блоков: питания, управления и индикации.

**Блок питания** состоит из двух частей: понижающей (ячейки A1, A3, A5) и повышающей (ячейки A2, A4). Понижающая часть для питания цифровой части схемы может быть реализована на линейном стабилизаторе напряжения A5 (рис. 2) или на импульсном преобразователе напряжения A3 (рис. 3) или аналогичном, но собранном на другой микросхеме A1 (рис. 4). Повышающая часть для питания светодиодов блока индикации может быть реализована в виде импульсных преобразователей A2 (рис. 5) или A4 (рис. 6). Такое обилие преобразователей и стабилизаторов напряжения может вызвать вопросы, но всё дело в том, что для всех элементов этих узлов на плате есть посадочные места. Может быть собрана любая пара понижающего и повышающего преобразователей в зависимости от доступности комплектующих, единственное ограничение — для модуля A5. Его нельзя применять при входном напряжении более 9 В без установки микросхемы-стабилизатора на теплоотвод.

**Блок управления A6 (рис. 7)** максимально упрощён, в нём применен другой, более доступный микроконтроллер ATmega8 и минимальное число элементов "обвязки".

**Блок индикации** выполнен со следующими изменениями:

- дорогие, редкие и не очень надёжные микросхемы сдвиговых регистров с мощным выходом заменены на две микросхемы: сдвиговый регистр и микросхема-сборка составных транзисторов Дарлингтона [2];

- изменены разряды подключения сегментов индикатора к сдвиговым регистрам, это сделано для упрощения монтажа печатной платы, что отразилось на программе управления.

- выводные светодиоды заменены на светодиоды для поверхностного монтажа и применены одинаковые



резисторы сопротивлением 120 Ом типоразмера 0603;

— младший часовой разряд отличается от всех остальных элементов  $h$ , где вместо точки реализовано двоеточие между часами и минутами. В младшем разряде минут сегмент  $h$  отсутствует.

Схема двух разрядов часов (A9, A10) и старшего разряда минут (A8) показана на рис. 8, а схема младшего разряда минут (A7) — на рис. 9. Для упрощения схемы нумерация резисторов и светодиодов отсутствует, поскольку они однотипные.

**Конструкция и детали.** Все элементы часов смонтированы на односторонней печатной плате размерами 400×140 мм и толщиной не менее 0,8 мм (рис. 10). Чертеж печатной платы в авторском варианте в формате Sprint Layout 6.0 и схема размещения элементов выложены на сайте редакции. Светодиоды показаны в виде прямоугольников с указанием плюсового вывода. Как отмечено выше, печатная плата является заднею стенкой. Соединители XT1 и XT2 в узле программирования A6 предназначены для программирования микроконтроллера.

ра 0805, кроме конденсаторов A1C1, A1C3, A2C1, A2C2 (22 мкФ), они типоразмера 1206, полярные конденсаторы A0C1, A3C3, A4C3, A5C1 — танталовые типоразмера D. Катушки индуктивности — типоразмера CD75. Соединитель X1 — стандартный цилиндрический разъём питания DC050 5,5×2,1 мм. Соединитель X2 — аудиоразъём 3,5 мм PJ-313.

Все светодиоды — типоразмера 0603. Следует отдавать предпочтение светодиодам повышенной яркости, это снижает энергопотребление, нагрев, повышает надёжность. Светодиоды допустимо использовать красного, жёлтого и зелёного свечения без какой-либо доработки. Светодиоды синего и белого свечения потребуют изменения питающего напряжения в большую сторону, что можно реализовать, например в преобразователе A4 подборкой резисторов A4R1—A4R4. Максимальное выходное напряжение для преобразователя A2 ограничено микросхемой A2DA1 (не более 28 В). Также для светодиодов синего и белого свечения необходимо предусмотреть дополнительное охлаждение,

например за счёт уменьшения толщины платы и приклеивания алюминиевой пластины-теплотода к её обратной стороне.

Вместо микросхемы A6DD1 серии ATmega8 может быть применена более современная серии ATmega88 с заменой кварцевого резонатора A6ZQ1 на частоту 8 МГц и изменением управляющей программы (программа имеется на сайте редакции).

Кварцевый резонатор A6ZQ2 необходимо применить собственной ёмкостью не более 12,5 пФ, с как можно меньшей нестабильностью, так как от него зависит точность хода часов.

Прозрачная передняя панель изготавливается из оргстекла толщиной от 1 до 4 мм, после чего с внутренней стороны на неё наклеивается плёнка для тонировки автомобильных стёкол. Боковые стенки корпуса изготавливаются из оргстекла толщиной не менее 3 мм и приклеиваются встык по контуру на печатную плату. Все корпусные детали удобно изготавливать методом лазерной резки. В местах крепёжных отверстий в плате наклеиваются шайбы из

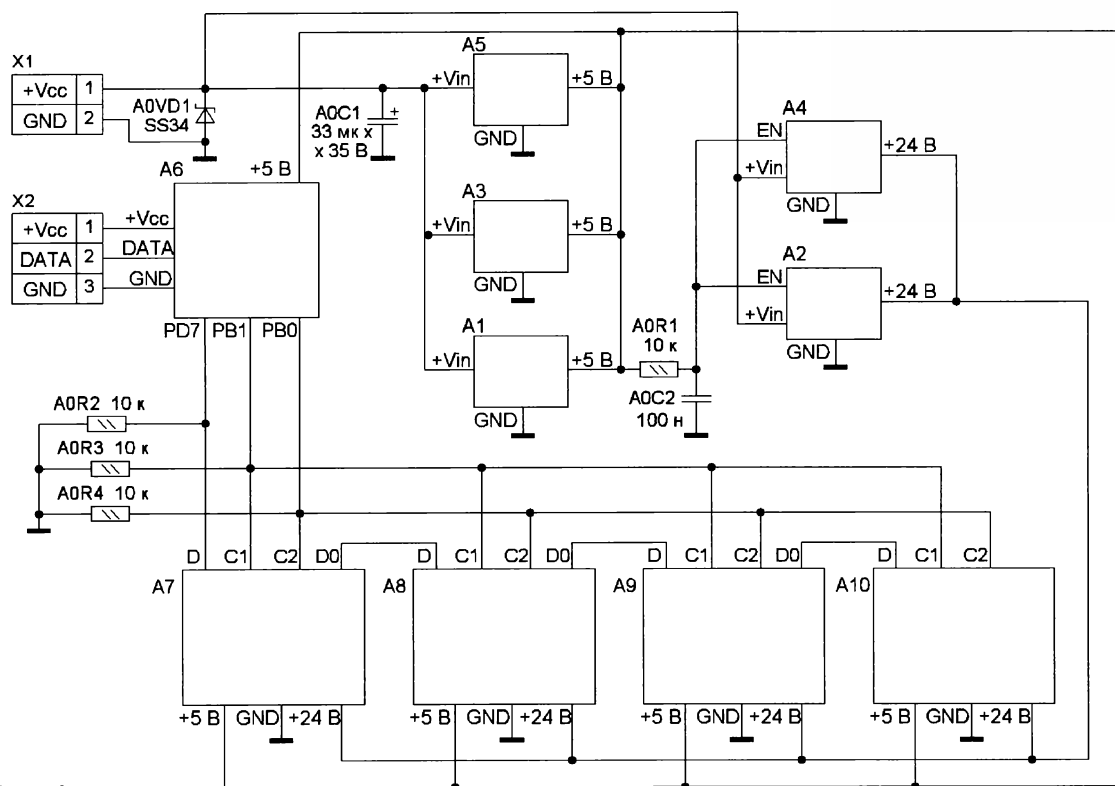


Рис. 1

Все используемые элементы — для поверхностного монтажа. Все они выбраны исходя из возможности приобретения их в интернет-магазинах на площадке Aliexpress. Все резисторы — типоразмера 0805, кроме резисторов 120 Ом, они типоразмера 0603, и резистора A2R0 (0 Ом) типоразмера 1206. Все резисторы — с допуском не более  $\pm 5\%$ . Все конденсаторы — типоразме-

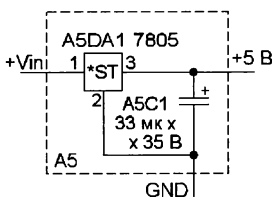


Рис. 2

оргстекла суммарной толщиной 6 мм. Крепление передней панели осуществляется потайными винтами M3×8 с предварительно окрашенными в чёрный цвет головками.

Для придания устройству товарного вида перед установкой передней панели остальная часть корпуса обклеивается чёрной самоклеющейся плёнкой или окрашивается в чёрный цвет.

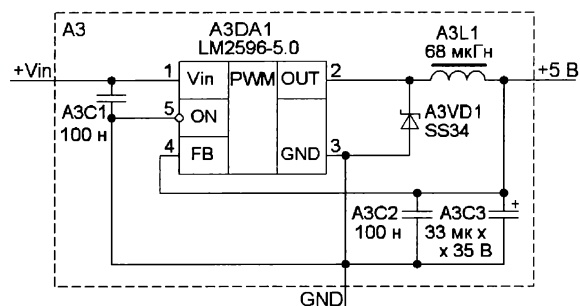


Рис. 3

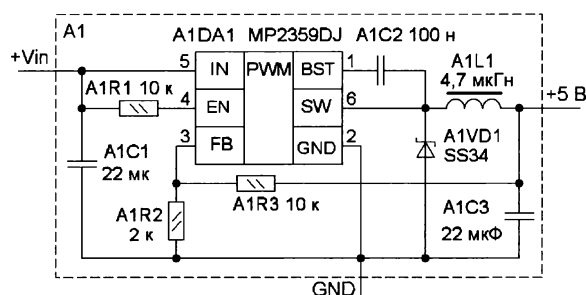


Рис. 4

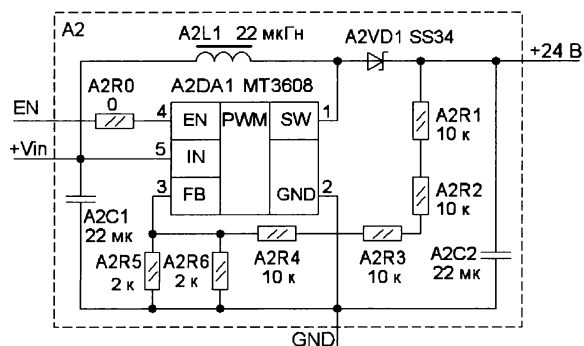


Рис. 5

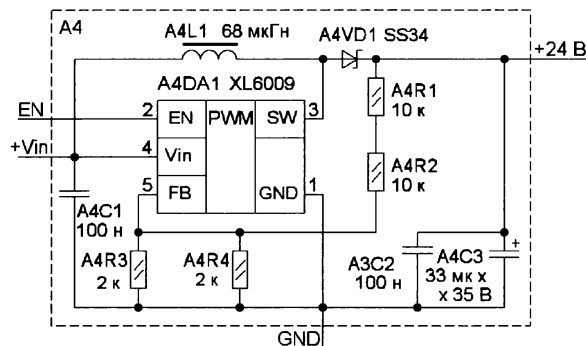


Рис. 6

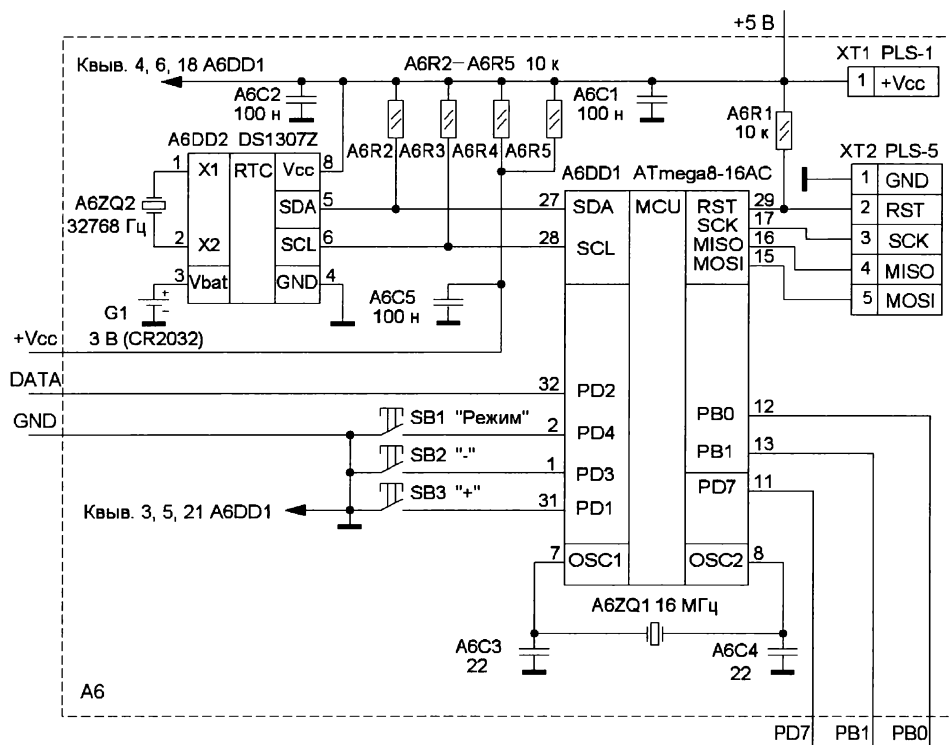


Рис. 7

**Монтаж.** Все элементы можно паять с помощью паяльной пасты Sn62 любого типа с оплавлением в печи или термофеном, допускается пайка припоем ПОС61, только светодиоды надо паять припоем ПОСК50-18 с температурой

200...215 °С. Перемычки цепей общего провода (GND) выполнить любым проводом сечением не менее 0,12 мм<sup>2</sup>, остальные сечением не менее 0,07 мм<sup>2</sup>. Перемычки, идущие от узла А6 до узлов индикации, необходимо связать в жгут.

Не допускается прокладка перемычек поверх светодиодов.

**Налаживание** устройства начинают с проверки работоспособности преобразователей напряжения и первичного программирования. Для этого про-



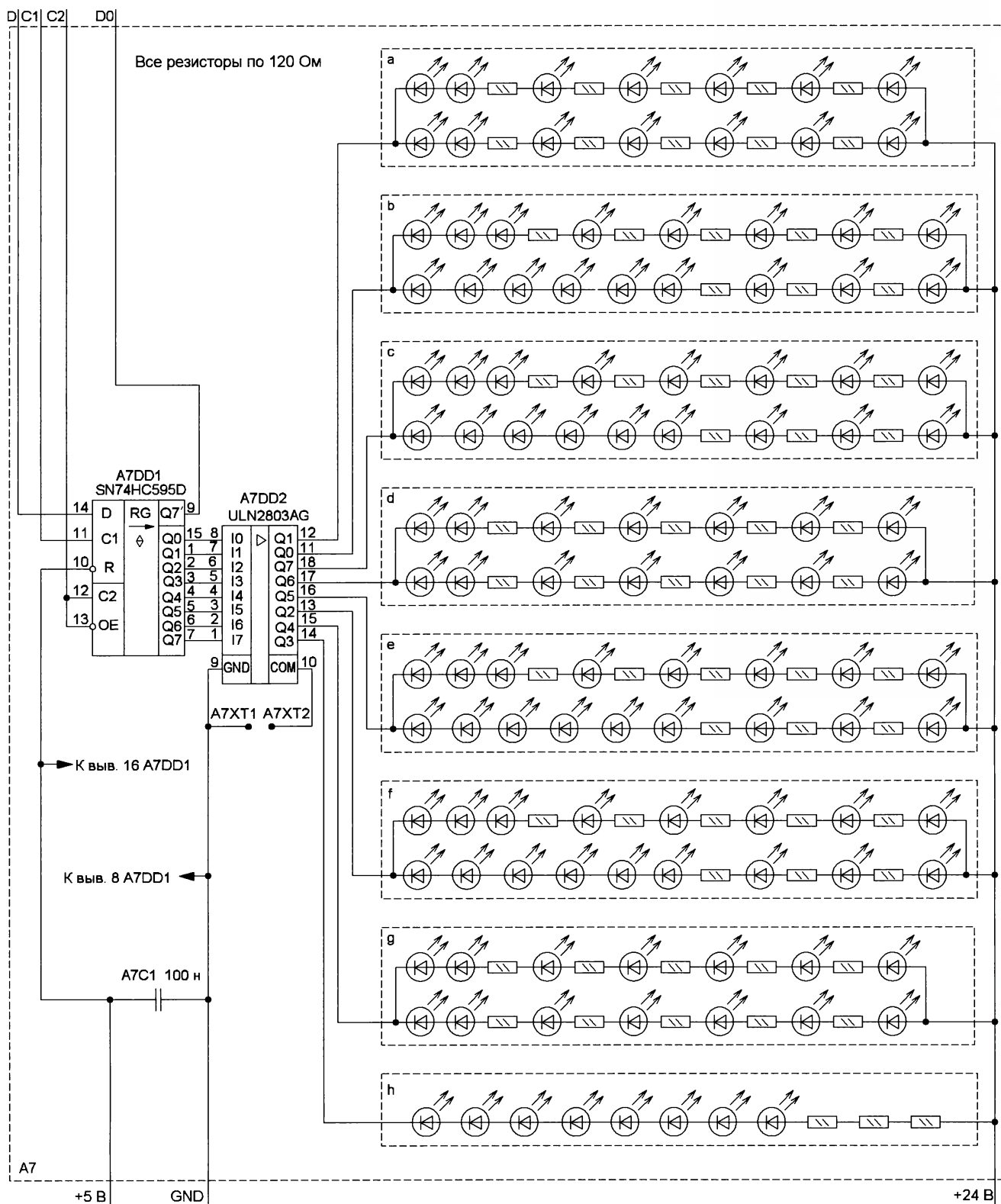


Рис. 8

грамматор подключают к контактам разъёма XT2, питание 5 В подают на разъём XT1 и выполняют процедуру программирования. При этом необхо-

димо задать конфигурацию FUSE-битов микроконтроллера следующим образом: для ATmega8 — 0xD93F, для ATmega88 — 0xFFDCFF. После заверше-

ния программирования разъёмы XT1 и XT2 демонтируют.

Для проверки работоспособности преобразователей напряжения и рабо-

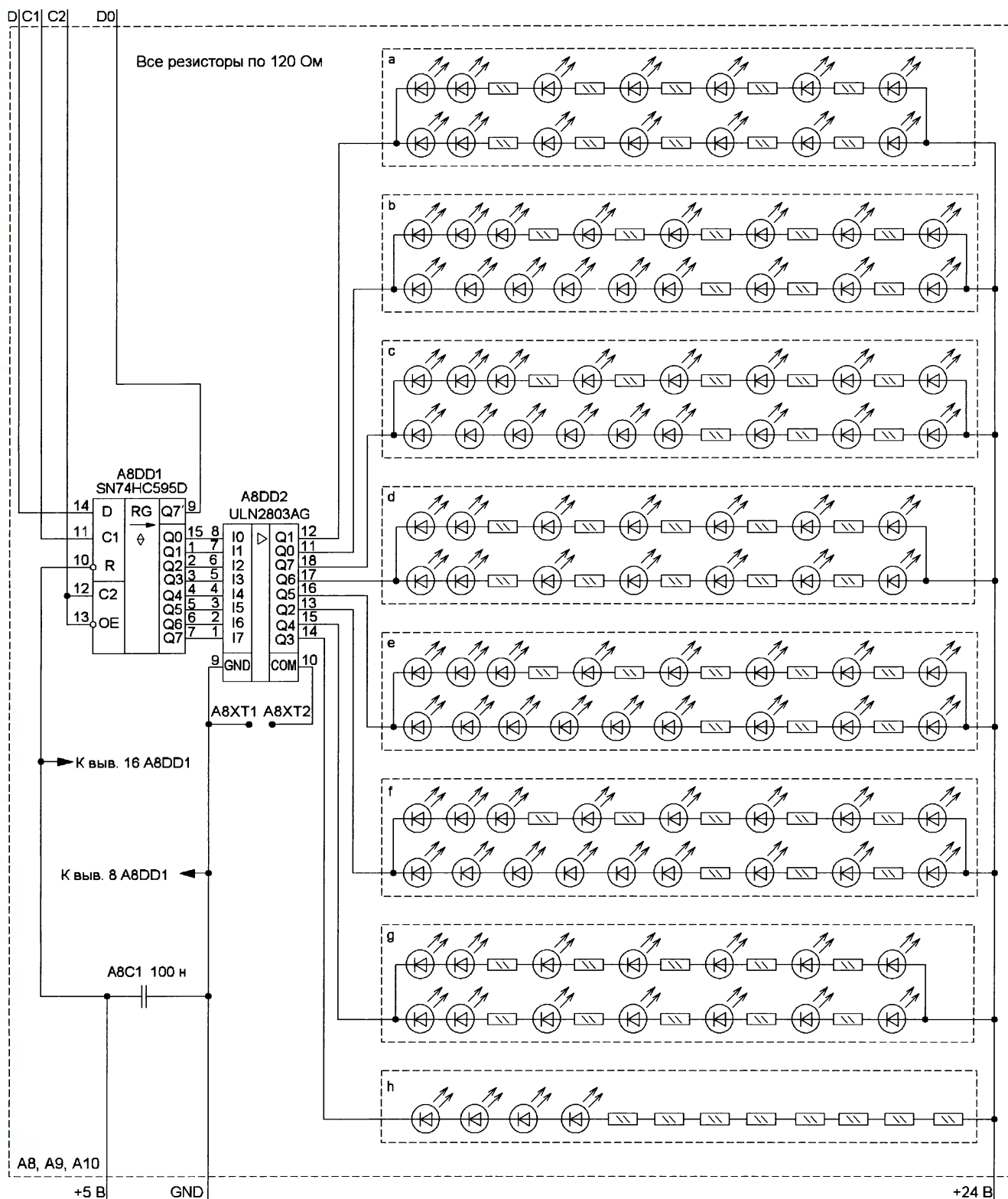


Рис. 9

тоспособности элементов индикации один конец проволоочной перемычки +5 В, идущей от стабилизатора А5 или преобразователей А1 (А3) в узел индикации, не припаивают и на входной разъем подают напряжение питания 9 В. Должно присутствовать напряже-

ние питания  $5 \pm 0,5$  В, а на выходе преобразователей А2 (А4) — напряжение 24...27 В.

Для проверки исправности и правильного монтажа светодиодов необходимо подать питающее напряжение на узлы индикации А7—А10 и последова-

тельно соединять выводы 9 и 10 микросхем А7DD2, А8DD2, А9DD2, А10DD2. На плате для этого имеются специальные контактные площадки, например А7ХТ1 и А7ХТ2, при их замыкании соответствующий разряд должен загореться полностью.



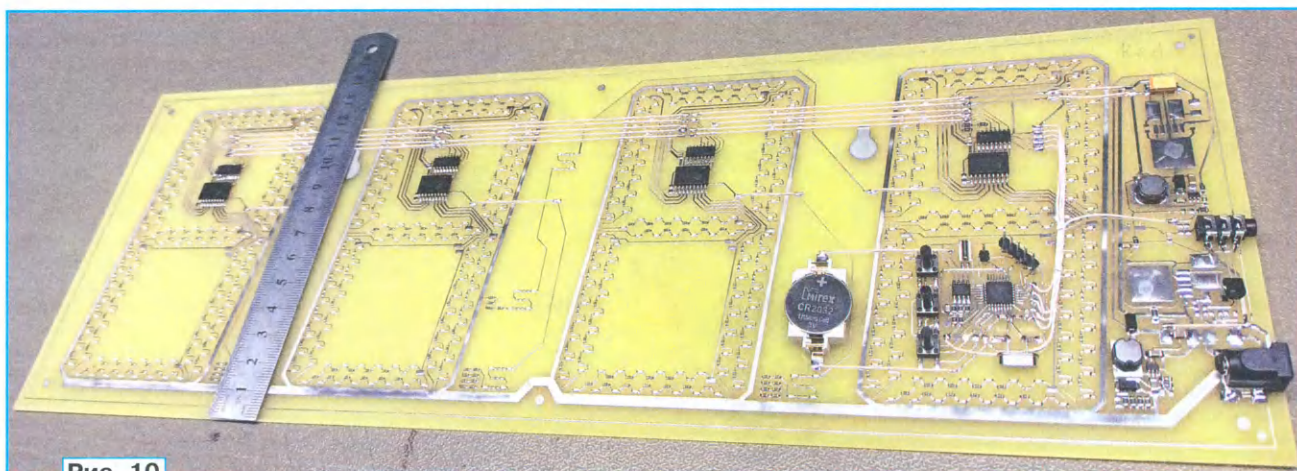


Рис. 10



Рис. 11

После того как проверено формирование всех питающих напряжений, устанавливают перемычку, подающую питание на цифровую часть устройства, и оно начинает работать штатно.

При неравномерно светящихся светодиодах внешнего и внутреннего ряда цифр, что иногда проявляется у светодиодов зелёного свечения, необходимо увеличить напряжение питания до 26...27 В. Это можно сделать путём

подборки (уменьшения сопротивления) резисторов A2R5, A2R6 (A4R3, A4R4) или путём установки им в параллель резистора сопротивлением 10 кОм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гнигнёв В. Часы с измерением метеопараметров и интерфейсом Ethernet. — Радио, 2015, № 1, с. 37—39; № 2, с. 33—38.
2. TOSHIBA Bipolar Digital Integrated Circuit Silicon Monolithic ULN2803APG, ULN2803APWG, ULN2804APG, ULN2804APWG. — URL: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ULN2803A.pdf> (03.11.21).

**От редакции.** Программа для микроконтроллера, а также авторский вариант чертежа печатной платы со схемой размещения элементов находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/clock.zip> на нашем FTP-сервере.

## Управление симистором с помощью геркона

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Для накопительной бочки дачного водопровода [1] автор приобрёл в интернет-магазине датчик уровня воды с герконом. С его помощью управление насосом невозможно, обычно рекомендуют использовать промежуточное реле. Но для этого требуется низковольтный источник питания, что неудобно. Непосредственное управление симистором от геркона также невозможно, поскольку допустимое напряжение использованного в датчике геркона — 100 В. Необходимо было обеспечить управление симистором от геркона без превышения его параметров — напряжения 100 В и тока 0,5 А, что и было сделано в предлагаемых вниманию читателей узлах управления насосом.

Устройство используемого датчика уровня воды проиллюстрировано на рис. 1. Конструкция интересна тем, что его можно установить снаружи бака для воды, не имея доступа внутрь, поскольку при затяжке гайки прокладка плотно закрывает отверстие в бочке. Датчик можно установить так, что геркон будет замыкаться при достижении водой максимального уровня, а можно, чтобы он в этом случае размыкался. Автор выбрал первый вариант.

Схема разработанного узла управления насосом приведена на рис. 2. При заполненном баке и замкнутых контактах датчика симистор VS1 закрыт, через цепочку C1R2 и датчик течёт ток синусоидальной формы. За счёт ёмкостного характера цепочки ток по фазе опережает напряжение на 90 градусов, поэтому в момент, когда напряжение сети близко к нулю, ток максимален. Интересно отметить, что при напряжении сети 230 В амплитуда тока через конденсатор C1 в миллиамперах приблизительно равно числу сотых ёмкости в микрофарадах, т. е. при ёмкости 0,33 мкФ амплитуда составляет 33 мА.



Когда уровень воды уменьшится, контакты геркона разомкнутся и ток через конденсатор C1 будет открывать симистор в начале каждого полупериода сетевого напряжения, поэтому насос начнёт работать. Напряжение на контактах разомкнутого геркона складывается из напряжения на управляющем электроде симистора и падения напряжения на резисторе R3 и не превышает 2,5 В. При подключении устройства к сети при разряженном конденсаторе C1 возможен ограниченный резистором R2 бросок тока до 0,7 А, вполне допустимый как для контактов геркона,



Рис. 1

Устройство собрано на печатной плате размерами 70×90 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж фрагмента платы и расстановка элементов на ней приведены на рис. 3. Симистор установлен на игольчатый теплоотвод размерами 70×50 мм и высотой 16 мм, число игл — 95. Используются резисторы МЛТ указанной на схеме мощности, конденсатор C1 — плёночный К73-17 или импортный на напряжение 630 В. Светодиод HL1 — импортный зелёного свечения, он ярко светит при токе 1 мА. Если яркость светодиода будет недостаточной, следует подобрать резистор R4 (уменьшить его сопротивление) и при необходимости увеличить его мощность. Для подключения к сети, насосу и датчику на плате установлены три винтовых клеммника серии KLS2-128-5.00.

Плата помещена в пластмассовый корпус (рис. 4) с габаритными размерами 80×125×33 мм, в котором просверлены вентиляционные отверстия.

Для описанного выше варианта установки датчика уровня характерно очень удачное свойство — при обрыве цепи датчика насос будет работать непрерывно. Для исключения по-

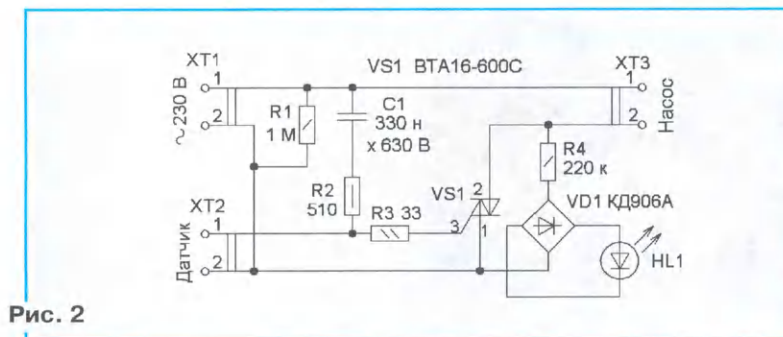


Рис. 2

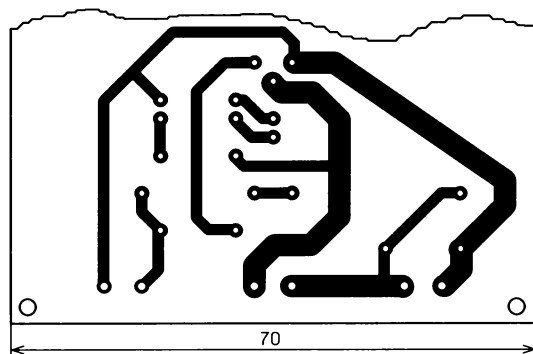
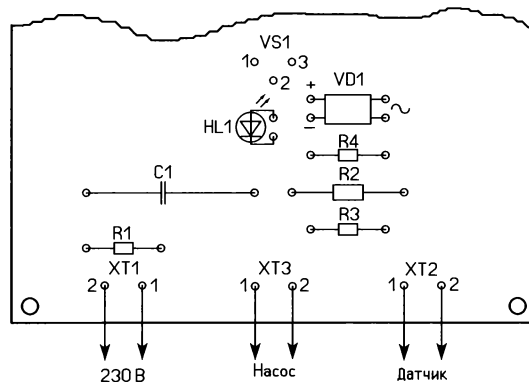


Рис. 3



так и для управляющего электрода симистора. Можно уменьшить этот бросок до 0,5 А за счёт увеличения сопротивления резистора R2, но это не обязательно, поскольку для любых контактов важен прежде всего ток при их размыкании или замыкании, а он не превышает 33 мА и значительно меньше допустимого.

При наполненном баке, замкнутых контактах датчика и выключенном симисторе напряжение сети через двигатель насоса прикладывается к цепи R4VD1. В диагональ диодного моста VD1 установлен светодиод HL1, который светит, индицируя наполнение бака.

Для включения используемого симистора BTA16-600C [2] необходим ток управляющего электрода 25 мА (при работе в квадрантах I и III вольт-амперной характеристики, т. е. при совпадении полярности напряжения на управляющем электроде с напряжением на основном электроде 2), его с большим запасом на разбор параметров элементов и напряжения сети обеспечивает ёмкость конденсатора C1. Если установить симистор BT139-600E [3] с током включения 10 мА, ёмкость конденсатора C1 можно уменьшить до 0,15 мкФ, что существенно снизит бесполезно рассеиваемую резистором R2 мощность.

следствий аварийного переполнения бочки обязателен шланг перелива с обратным клапаном [1], не позволяющим атмосферному давлению сминать бочку при сливе воды и выключении насоса.

Если используемый датчик установить так, чтобы его контакты размыкались при заполнении бака, можно использовать узел управления по схеме, приведённой на рис. 5. В этом случае при обрыве цепи датчика насос работать не будет, но шланг перелива с обратным клапаном также обязателен.

При заполненном баке и разомкнутых контактах датчика симистор VS1



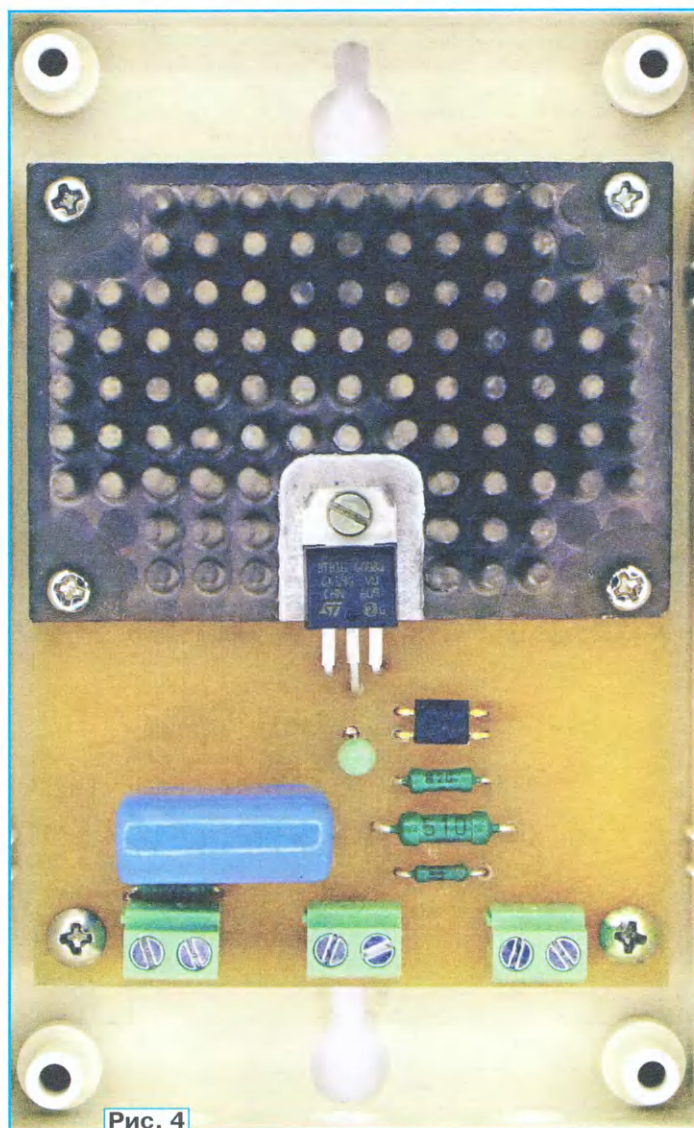


Рис. 4

закрывает, на симметричном стабилитроне VD1 напряжение близко по форме к прямоугольному с частотой 50 Гц и амплитудой, соответствующей номинальному напряжению стабилитрона VD1. Когда уровень воды уменьшится, контакты датчика замкнутся и ток через конденсатор C1 будет открывать симистор в начале

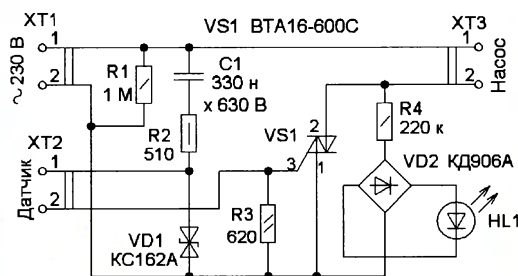


Рис. 5

каждого полупериода сетевого напряжения, насос начнёт работать.

Напряжение на контактах разомкнутого геркона определяется напряжением стабилитрона VD1, в остальном работа устройства соответствует описанному выше. При отсутствии симметричного стабилитрона можно использовать два обычных на напряжение 3,3...8 В, включённых встречно-последовательно. Не следует использовать стабилитроны, а также прецизионные термокомпенсированные стабилитроны, например, серии D818, которые не проводят ток в прямом направлении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Водоснабжение на даче. — САМ, 2015, № 6, с. 12—14.
2. BTA/BTB16 and T16 Series. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/204/DOC000204940.pdf> (27.10.21).
3. BT139 series Triacs. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/040/DOC000040714.pdf> (27.10.21).

От редакции. Чертеж печатной платы в формате Sprint-Layout находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/nasos.zip> на нашем FTP-сервере.

## Светодиодные часы с индикатором радиоактивности

А. СОЛОВЬЁВ, г. Рязань

Однажды при просмотре сайтов в Интернете я обратил внимание на ранее не виданный мной прибор, висевший на стене комнаты совещания в подземном защитном сооружении. Прибор этот представлял собой цифровой радиометр в металлическом корпусе с индикацией, выполненной на вакуумно-люминесцентных дисплеях типа ИВ-26, прямо как во всенародно любимых часах "Электроника-7".

"Неплохо бы и мне иметь информацию о текущем радиационном фоне в комнате", — подумал я. Несмотря на то, что в России не так много действующих АЭС, осторожность никогда не бывает излишней. Стоило мне в течение нескольких дней побеспокоить всех знакомых, так или иначе связанных с дозиметрией, жалобами о немыслимых ценах на счётчики Гейгера-Мюллера, как на моём столе лежали два счётчика

СТС-5. Мне они достались в довольно удручающем состоянии, однако, как говорят, дарёному коню в зубы не смотрят.

Вопрос о том, чем мерить радиационный фон, исчерпан, однако далее созревает ещё более интересный вопрос: куда выводить результат измерений? Решением этого вопроса на современном уровне становятся светодиодные индикаторы. Самые большие доступные мне цифровые индикаторы оказались высотой пять дюймов. В результате удалось приобрести их не очень дорого.

На этом этапе стоит задуматься: а нужно ли, чтобы радиационный фон был показан такими большими цифрами? Есть ли смысл в радиометре, который будет занимать много места? Может быть, есть смысл скомбинировать его с другим устройством, например, с часа-

ми? После долгих размышлений было принято решение: четыре больших индикатора будут отображать время, а три маленьких — радиационный фон в помещении.

В качестве элемента, управляющего всем устройством, был выбран микроконтроллер (МК) семейства AVR,

так как у меня есть опыт работы с ними, а также программатор для них. Такие бюджетные варианты, как ATtiny13 и подобные, не подойдут ввиду недостаточного числа выводов. В этом устройстве целесообразно применить платформу Arduino, поскольку зачастую бывает дешевле

использовать плату Arduino Nano, чем отдельный МК.

Для начала неплохо было бы разобраться в том, что представляет из себя прибор, с помощью которого мы будем измерять радиационный фон. Счётчик Гейгера-Мюллера, или счётчик Гейгера — ионный газоразрядный при-

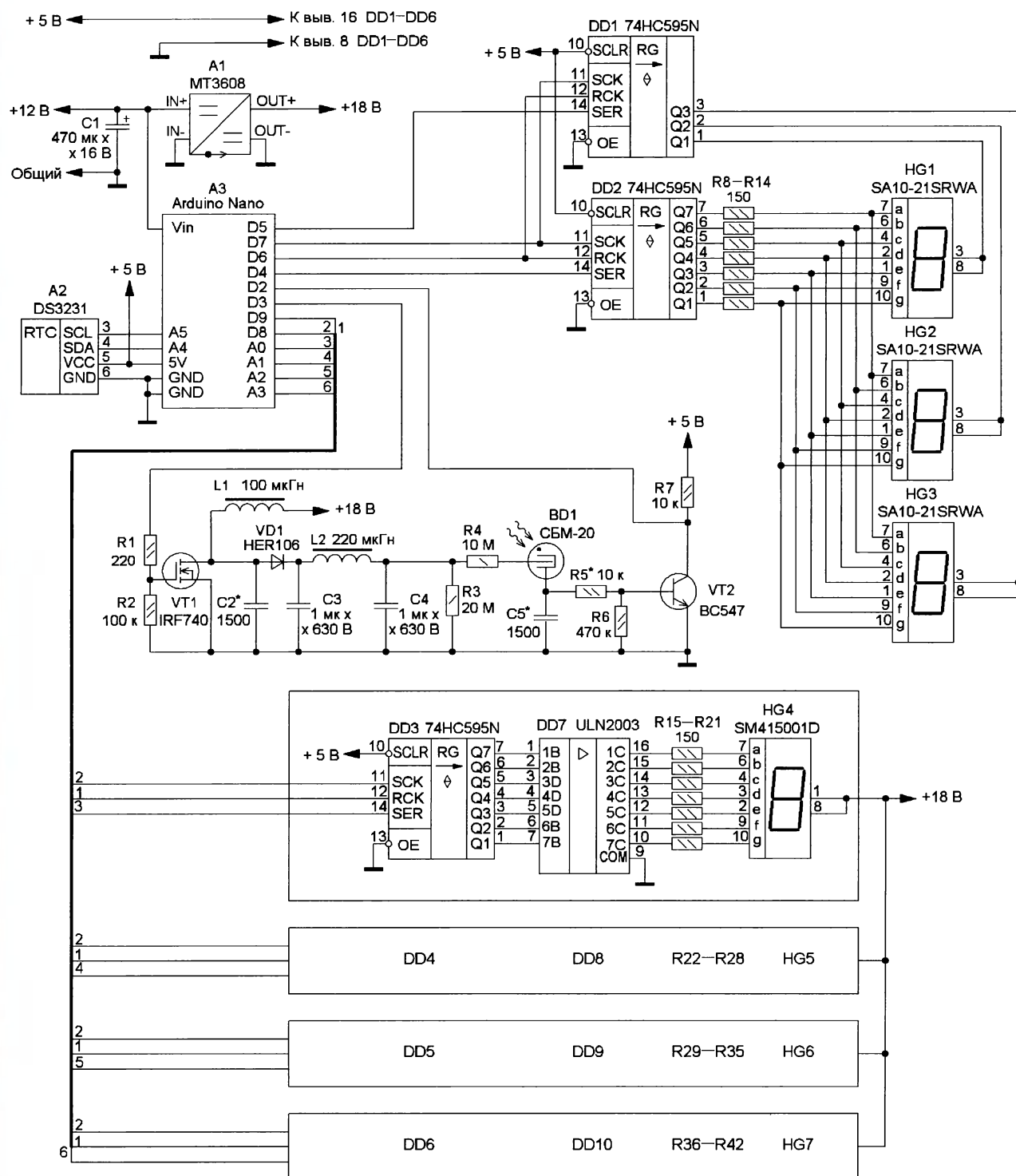


Рис. 1



бор для подсчёта числа попавших в него ионизирующих частиц. Счётчик представляет собой баллон, наполненный инертным газом под низким давлением, имеющий металлическую внешнюю оболочку (катод) и металлический внутренний стержень (анод).

Для того, чтобы счётчик начал работу, необходимо на стержень внутри баллона подать высокий положительный потенциал относительно внешней оболочки. В нашем случае этот потенциал равен 400 В. Чтобы через счётчик не протекал большой ток, в цепь анода устанавливают резистор сопротивлением от нескольких до нескольких десятков мегаом, в зависимости от паспортных характеристик счётчика. Состав и давление смеси газов внутри подобраны таким образом, что возникновение тлеющего разряда при паспортном напряжении и паспортном сопротивлении невозможно. Однако тлеющий разряд может быть спровоцирован попаданием ионизирующей частицы. В этом случае на считанные миллисекунды внутри баллона счётчика возникает токопроводящий канал, по которому начинает течь электрический ток, что свидетельствует о снижении сопротивления счётчика. Напряжение на аноде счётчика в этот момент снижается. Этот импульс напряжения и свидетельствует о регистрации ионизирующей частицы счётчиком. В состав смеси газов счётчика добавляются примеси, способствующие гашению тлеющего разряда.

Прямо сейчас мы плавно подошли вплотную к вопросу о сроке службы счётчика Гейгера-Мюллера. Этот вопрос обычно не затрагивается при разработке карманных дозиметров и радиометров. Однако наше устройство будет работать 24 ч в сутки и семь дней в неделю, вследствие чего ресурс счётчика за несколько лет может плавно подойти к концу. В паспорте на счётчик СТС-5 не указано никаких данных о его ресурсе. СБМ-20 является тем же СТС-5, но названным в соответствии с новой системой маркировки. В настоящий момент счётчик СБМ-20 является одним из самых распространённых в бытовых дозиметрах. В паспорте к нему указан ресурс не менее  $2 \times 10^{10}$  импульсов, что при естественном фоне, не превышающем один импульс в секунду, составляет 634 года. Вероятнее всего, после этого состав газа в баллоне счётчика меняется так, что тлеющий разряд больше не гаснет моментально.

Но так ли всё радужно, как хотелось бы? Если взять паспорт на счётчик СТС-6, выпускающийся советской промышленностью в одно время с СТС-5 и впоследствии переименованный в СБМ-19, то можно увидеть число в  $10^9$  импульсов, что составляет всего 31 год. Какой из этих цифр верить — на этот вопрос не смог ответить никто из всех, с кем я общался. Так как мне

достался счётчик, уже бывший в эксплуатации, какую-то часть ресурса он мог уже отработать, поэтому целесообразно задуматься об экономии этого ресурса. Так как не стоит задачи поиска источника загрязнения или оперативного мониторинга ситуации, замеры можно проводить эпизодически. Остальное время можно просто не подводить питание к счётчику. Я решил, что оптимальнее всего проводить замер раз в 10 мин. Разработка устройств на МК хороша тем, что такие параметры без проблем можно установить в программе.

Схема устройства показана на рис. 1. Основным элементом, управляющим всем прибором, является плата Arduino (A3). A1 — модуль повышающего преобразователя, настроенный на выходное напряжение 18 В для питания некоторых узлов устройства. Микросхемы DD1 и DD2 служат для управления индикаторами HG1—HG3, которые в свою очередь нужны для ото-

брабатывающие резисторы сопротивлением 150 Ом. Поэтому потребовался преобразователь напряжения 12/18 В, в качестве которого можно использовать модуль MT3608 (A1), либо любой аналогичный, в том числе и самодельный.

Получить 400 В можно разными способами. Можно опять же купить готовый высоковольтный повышающий модуль, однако цены на него "кусаются". Поэтому я выбрал более уместный в данной ситуации способ — классический повышающий преобразователь на транзисторе VT1 и накопительном дросселе L1. Этот преобразователь управляется высокочастотными импульсами от модуля Arduino Nano (A3).

Преобразователь работает следующим образом. Когда транзистор VT1 открыт, ток протекает через дроссель L1 и энергия запасается в его магнитном поле. Когда транзистор закрывается, на дросселе возникает ЭДС самоиндукции и появляется импульс напряжения положительной полярности, который поступает на диод VD1, где выпрямляется. На рис. 2 показаны осциллограммы напряжения на затворе (верхняя) и стоке транзистора (нижняя). Пульсации напряжения на выходе фильтра C3L2C4 — около 2 В, что приемлемо. Конденсатор C2 пришлось установить в процессе налаживания, поскольку без него преобразователь вёл себя неустойчиво и самовозбуждался. Ёмкость этого конденсатора должна быть минимально возможной. Дроссели L1 и L2 намотаны на ферритовой "гантельке".

Настройка выходного напряжения повышающего преобразователя осуществляется до включения в устройство счётчика Гейгера. Это напряжение напрямую зависит от скважности импульсов на стоке транзистора VT1, которую изменяют программно. В представленном скетче эта величина задана глобальным макросом PWM\_VAL. Максимальную ЭДС можно получить, если длительность импульса вплотную приблизится к времени насыщения магнитопровода. О том, что магнитопровод успевает войти в насыщение, может свидетельствовать нагрев транзистора. Дальнейшее увеличение скважности приведёт к ещё большему нагреву транзистора и снижению выходного напряжения.

Измерить напряжение на выходе преобразователя можно не любым вольтметром. Входное сопротивление самых распространённых мультиметров серии M8xx и аналогичных в режиме измерения напряжения — 1 МОм, что при включении в цепь параллельно нагрузке может вызвать существенную просадку напряжения на выходе преобразователя и, как результат, — ошибку измерения. Чтобы сравнительно точно измерить напряжение преобразователя, можно временно подключить последовательно с резистором R3 (со стороны общего провода) резистор сопротивлением, в  $n > 100$  раз меньше

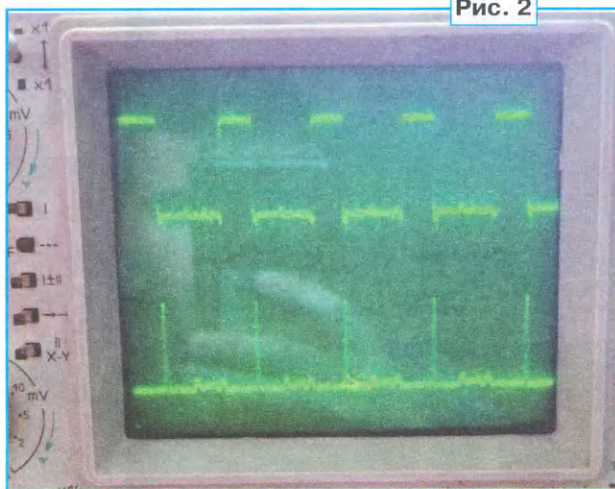


Рис. 2

бражения значения радиационного фона. Резисторы R8—R14 служат для ограничения тока через индикаторы HG1—HG3. Узел, представленный элементами DD3, DD7, R15—R21, HG4, и три аналогичных ему узла представляют собой разряды для отображения времени. BD1 — счётчик ионизирующих частиц. Назначение остальных элементов рассматривается далее.

Питается устройство от сетевого источника питания напряжением 12 В, потребляемый ток — от 50 до 400 мА в зависимости от числа светящихся элементов на больших индикаторах. Но для питания отдельных узлов требуются разные напряжения: 5 В — для цифровых микросхем, 18 В — для светодиодных индикаторов часов и 400 В — для счётчика Гейгера-Мюллера. Почему 18 В? Ток элемента светодиодного индикатора лучше всего подбирать опытным путём. Наша задача — установить такой ток, при котором он будет светить достаточно ярко. В моём случае это 25 мА. Внутри одного элемента находится 14 светодиодов — цепочка из семи последовательно включённых пар. Путём подбора было выбрано напряжение 18 В и токогра-



R3 (например около 20 кОм) и измерить напряжение на нём. Полученный результат умножаем на  $n$  и получаем напряжение на выходе преобразователя.

Далее следует задуматься о том, каким образом МК будет регистрировать срабатывание счётчика. Нетрудно догадаться, что брать сигнал непосредственно с анода счётчика не выйдет ввиду слишком большой амплитуды импульсов. Поэтому будем этот сигнал брать с катода. Транзистор VT2 включён для того, чтобы на вход МК приходил чёткий логический сигнал: 0, либо 1 (5 В).

Предварительно узнать, насколько правильно устройство реагирует на срабатывания счётчика Гейгера-Мюллера, можно с помощью двухканального осциллографа. Для этого необходимо подключить щуп с входным сопротивлением не менее

1 МОм к аноду счётчика (вход осциллографа — закрытый). При этом должен быть включён минимально возможный коэффициент усиления (лучше использовать делители) и отключена синхронизация. На экране можно будет увидеть импульсы отрицательной полярности, которые свидетельствуют о ре-

пользованы сдвиговые регистры DD1, DD2, преобразующие последовательный код в параллельный.

Для управления большими индикаторами HG4—HG7 часов использованы микросхемы DD7—DD10 (ULN2003, ULN2003A), которые уже долгое время являются классикой в данном вопросе. Напоминаю для тех, кто знал, рассказываю для тех, кто не знал. Эта микро-



Рис. 3

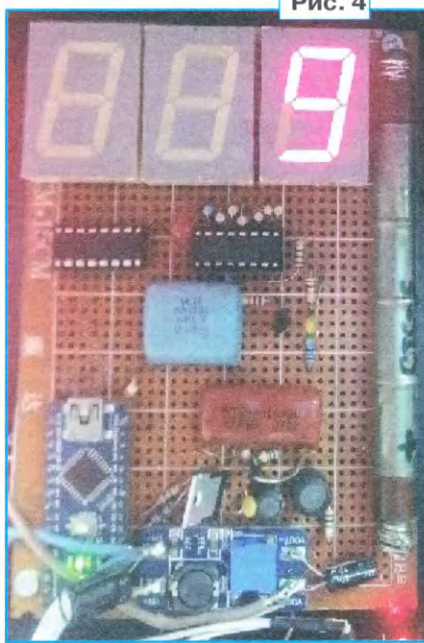


Рис. 4



Рис. 5

гистрации ионизирующей частицы. Фронт этих импульсов резок, однако спад сильно затянут, вследствие чего импульсы отлично видны на медленной развертке. Вход второго канала надо подключить к коллектору транзистора VT2. Если всё работает правильно, при каждом импульсе, регистрируемом счётчиком Гейгера-Мюллера, должен быть импульс отрицательной полярности на коллекторе транзистора VT2. Конденсатор C5 подавляет импульсные помехи, и его подборкой можно добиться стабильной работы устройства.

В индикаторе радиоактивности применена динамическая индикация с частотой более 200 Гц, что гарантированно не будет раздражать наблюдателя, так как он будет фокусироваться именно на больших индикаторах. При нехватке выводов модуля A3 для управления светодиодными индикаторами HG1—HG3 высотой один дюйм ис-

схема представляет собой сборку из семи составных транзисторов структуры  $n-p-n$  с допустимым током коллектора каждого ключа до 500 мА, выходы микросхемы — открытые коллекторы транзисторов. Эта микросхема применима только для индикаторов с общим анодом.

Применён часовой RTC-модуль A2 со встроенной батареей питания, который избавит от необходимости корректировать или устанавливать часы после отключения питания устройства.

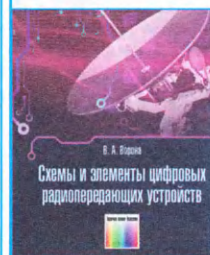
В устройстве предусмотрено изменение яркости индикаторов в ночное время с 21:00 до 6:00 (также устанавливается в прошивке). При этом коэффициент заполнения импульсных сигналов на катодах индикаторов HG4—HG7 уменьшается в три раза. В конструкции не предусмотрено кнопок ни для настройки времени, ни для ручного запуска измерения фона. Те, кто

решился повторять проект, могут исправить моё упущение.

Большинство элементов смонтировано на макетных печатных платах, в том числе и индикаторы (рис. 3, рис. 4). Корпус был изготовлен из соснового бруса сечением 200×300 мм и отрезка ДВП, оставшихся после изготовления коробов для акустических систем. Волей случая, от вышеупомянутого мероприятия у меня осталась также шпатлёвка по дереву и чёрная матовая краска. Таким образом, корпус получился внешне хоть и простым, но не вызывающим отвращения. Желательно также добавить в конструкцию переднее стекло с тонирующей, однако у меня пока его нет. Внешний вид устройства показан на рис. 5.

От редакции. Скetch для программирования микроконтроллера находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/doz.zip> на нашем FTP-сервере.

### Вышла в свет новая книга



**Ворона В. А.**  
Схемы и элементы цифровых радиопередатчиков. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021. — 166 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0883-3.

С учётом тенденций развития и достижений цифровой радиопередающей техники, рассмотрены состав и функциональные схемы цифровых радиопередатчиков устройств (РПДУ) на основе цифровых контроллеров информационного тракта и радиопередатчиков с прямым цифровым формированием высокочастотных сигналов.

Приведены варианты построения, классификация и характеристики основных элементов цифровых РПДУ: аналого-цифровых преобразователей, цифровых синтезаторов частот и устройств управления частотой, цифровых модуляторов высокочастотных сигналов и других элементов цифровых систем авторегулирования и генерации, усиления и фильтрации в радиопередатчиках. Предложены подходы к выбору видов модуляции по критериям спектральной и энергетической эффективности, поддержанию эффективности функционирования радиодлин с подвижными объектами.

Для инженеров, научных работников, преподавателей, аспирантов. Будет полезна студентам при изучении учебных дисциплин "Теория радиосвязи", "Радиопередающие устройства" и др.

Адрес издательства в Интернет  
[WWW.TECHBOOK.RU](http://WWW.TECHBOOK.RU)



# Электронный ключ управления электромагнитом

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Поводом для разработки предлагаемой конструкции послужила необходимость замены узла управления электромагнитом, предназначенным для отбраковки изделий в зависимости от их высоты и работающим в составе металлообрабатывающей линии.

Схема штатного узла управления электромагнитом приведена на рис. 1. Узел питается постоянным напряжением 24 В, поступающим от блока питания линии, и содержит в своём составе электромагнитное реле K1 (KIPPRIBOR RP-403), включённое в штатную колодку XS1, и электромагнит YA1 (ЭМ-0101), обеспечивающий сброс негодных изделий. Концевые выключатели SF1 и SF2 установлены на вращающемся барабане и срабатывают в зависимости от высоты проходящего через узел контроля изделия.

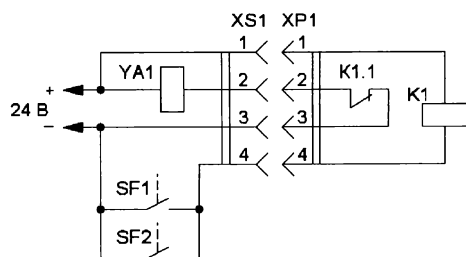


Рис. 1

Описанная схема предельно проста, но обладает несколькими существенными недостатками. Во-первых, электромагнит срабатывает довольно часто, а при работе линии вхолостую (в режиме налаживания) частота срабатывания электромагнита превышает 1 Гц, поэтому контакты реле быстро обгорают и выходят из строя. Во-вторых, в процессе наладки узла контроля (контактные датчики SF1 и SF2) отсутствует возможность визуально контролировать положение контактов датчиков, поэтому в процессе настройки якорь электромагнита приходится придерживать пальцем, определяя по его положению состояние контактов SF1 и SF2. В-третьих, отсутствует возможность ручного управления электромагнитом, иногда требующегося в процессе наладки. Обесточить электромагнит можно, подняв "флажок" реле K1 или вынув его из колодки, но для принудительного включения электромагнита приходится отсоединять один из проводников от обмотки реле.

В случае замыкания контакта SF1 или SF2 включается светодиодный индикатор HL1 "Брак" и через излучающий диод оптопары U1 начинает протекать ток, поэтому фототранзистор оптопары открывается, закрывая полевой транзистор VT1, в результате чего электромагнит YA1 отпускает свой якорь, что соответствует положению "Брак". Резистор R1 определяет минимальный ток включения излучающего диода оптопары, защищая устройство от ложных срабатываний, могущих возникнуть под действием токов утечки в соединительных проводах, а конденсатор C1 подавляет высокочастотные помехи на затворе полевого транзистора.

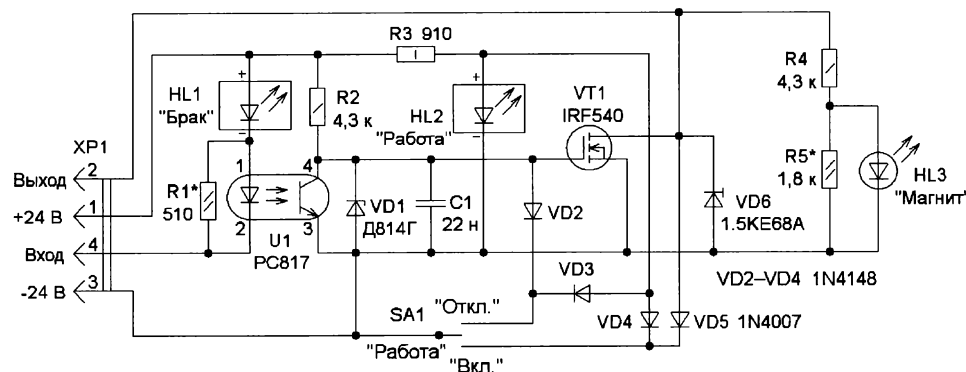


Рис. 2

Работает узел следующим образом. Пока высота контролируемых изделий находится в пределах нормы, реле K1 обесточено, а электромагнит YA1 включён и удерживает подвижный элемент (вилку) устройства отбраковки, поэтому годные изделия поступают на следующую стадию обработки.

Для устранения описанных выше недостатков штатного узла контроля автором был разработан простой электронный ключ, обеспечивающий управление электромагнитом по описанному выше алгоритму, а также дополнительные сервисные удобства — возможность

ручного включения и отключения электромагнита, а также индикацию режимов работы устройства. В качестве элемента, коммутирующего цепь питания электромагнита, применён мощный полевой переключательный транзистор, а для повышения помехозащищённости управление полевым транзистором осуществляется с помощью оптопары.

Схема электронного ключа приведена на рис. 2. Вилка XP1 включается в колодку XS1 вместо электромагнитного реле, обеспечивая удобство подключения устройства к линии. Пока контакты SF1 и SF2 разомкнуты, фототранзистор оптопары U1 закрыт, поэтому на затвор полевого транзистора VT1 через резистор R2 поступает открывающее напряжение, а стабилитрон VD1 ограничивает его на безопасном для транзистора уровне. Открытый транзистор замыкает цепь питания электромагнита YA1 и его якорь притягивается, что соответствует нормальному положению.

В случае замыкания контакта SF1 или SF2 включается светодиодный индикатор HL1 "Брак" и через излучающий диод оптопары U1 начинает протекать ток, поэтому фототранзистор оптопары открывается, закрывая полевой транзистор VT1, в результате чего электромагнит YA1 отпускает свой якорь, что соответствует положению "Брак". Резистор R1 определяет минимальный ток включения излучающего диода оптопары, защищая устройство от ложных срабатываний, могущих возникнуть под действием токов утечки в соединительных проводах, а конденсатор C1 подавляет высокочастотные помехи на затворе полевого транзистора.

Защитный диод-супрессор VD6 служит для ограничения всплесков напряжения, возникающих между стоком и истоком транзистора в момент его закрывания вследствие возникновения противо-ЭДС в обмотке электромагнита YA1. Такая защита транзистора в данном устройстве является предпочтительной, так как из-за высокой частоты переключения электромагнита общепринятый способ защиты коммутирующего транзистора с помощью установленного параллельно обмотке электромагнита диода здесь неприемлем — этот диод увеличивает время отпускания электромагнита, в результате чего вся система контроля становится неработоспособной.

Светодиод HL3 предназначен для контроля целостности цепи электромагнита. Пока полевой транзистор VT1 закрыт и электромагнит YA1 отключён, через его обмотку протекает дежурный ток, который ограничен резистором R4, поэтому светодиод HL3 светит, сигнализируя об исправности цепи электромагнита. При погасании светодиода HL1 и открывании транзистора VT1 светодиод HL3 также гаснет, сигнализируя об исправной работе транзистора. Резистор R5 определяет минимальный ток включения светодиода.

включение электромагнита осуществляется путём отключения эмиттера фототранзистора оптопары U1 от минуса источника питания, поэтому контакты переключателя SA1 в любом положении коммутируют ток, не превышающий сумму токов, текущих через резистор R2 и светодиодный индикатор HL2. Индикация положения контактов переключателя SA1 выполнена экономично, так как в положении "Откл." и "Вкл." переключателя индикатор HL2 отключён от минуса источника питания и тока не потребляет. Недостаток один — в слу-

меньшей частоте коммутации защитный диод можно исключить, установив параллельно электромагниту диод (катодом к плюсу источника питания).

Применённые автором в качестве индикаторов HL1 и HL2 светодиодные индикаторы AD-22DS (светосигнальная арматура) рассчитаны на номинальное напряжение 24 В и потребляют ток 20 мА. Для повышения яркости свечения индикатор HL2 был доработан — установленные в нём последовательно со светодиодной матрицей два резистора сопротивлением 510 Ом были за-

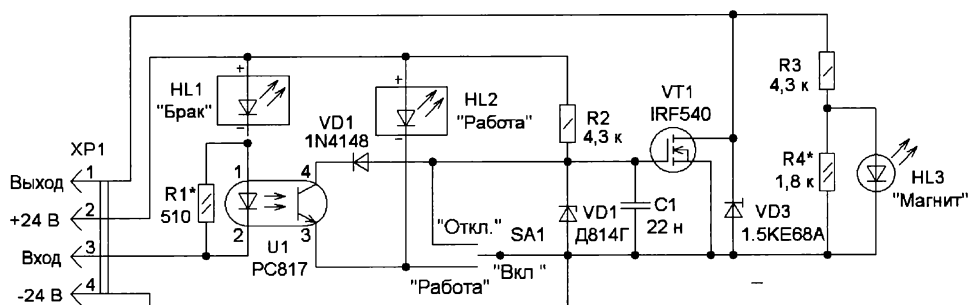


Рис. 3

Переключатель SA1 служит для ручного управления электромагнитом. Пока переключатель находится в показанном на схеме (нейтральном) положении, устройство работает так, как описано выше. При переводе переключателя в положение "Откл." затвор полевого транзистора VT1 через диод VD2 соединяется с минусом источника питания, поэтому транзистор закрывается вне зависимости от положения контактов SF1 и SF2. При переводе переключателя SA1 в положение "Вкл." выход устройства соединяется с минусом источника питания через диод VD5, поэтому электромагнит остаётся постоянно включённым. Светодиодный индикатор HL2 светит, когда переключатель SA1 находится в положении "Работа" и гаснет при переводе переключателя в любое другое положение.

Следует отметить, что использованный в этой конструкции способ ручного управления электромагнитом и индикации положения переключателя обладает как преимуществами, так и недостатками. Преимущество данного способа заключается в том, что работа устройства в штатном режиме обеспечивается при нейтральном положении контактов переключателя SA1, поэтому в случае неисправности переключателя (нарушении контакта в одном из положений) работа устройства в штатном режиме не будет нарушена. Недостатков же у этого способа два — коммутация рабочего тока электромагнита контактами переключателя SA1, а также неэкономичное управление светодиодным индикатором HL2.

Для устранения описанных выше недостатков электронный ключ можно построить по схеме, приведённой на рис. 3. Принцип работы этого ключа аналогичен предыдущему, но ручное

чае нарушения контакта в переключателе SA1 электромагнит будет постоянно включён, вследствие чего нормальная работа устройства будет нарушена.

В авторском варианте детали устройства смонтированы на отрезке универсальной макетной платы, а плата вместе с переключателем SA1 и светодиодными индикаторами размещена в корпусе кнопочного поста ПКЕ 212-3. В качестве разъёма XP1 использована колодка от неисправного реле RP-403, к выводам которой припаяны проводники кабеля, идущего от устройства. При токе нагрузки до 4 А транзистор VT1 можно использовать без теплоотвода, а при большем токе его следует установить на теплоотвод соответствующей площади с использованием пасты КПТ-8.

В устройстве можно применить резисторы любого типа указанной на схеме мощности, конденсатор C1 — К10-7В или К10-17. Оптопара U1 — любая транзисторная с допустимым током излучающего диода не менее 25 мА, стабилитрон — с напряжением стабилизации 10...15 В. Диод VD5 (рис. 2) — с допустимым максимальным током не меньше рабочего тока электромагнита, остальные диоды (кроме супрессора) — любые маломощные выпрямительные или импульсные, например КД521 или КД522.

Критерии выбора полевого транзистора VT1: допустимое напряжение сток—исток — не менее 50 В, сопротивление открытого канала — не более 0,03 Ом и допустимый ток стока, превышающий ток электромагнита. Исходя из допустимого напряжения применённого транзистора, выбирают защитный диод VD6, напряжение открывания которого должно быть меньше допустимого напряжения сток—исток транзистора. В случае использования ключа при

менены одним резистором сопротивлением 300 Ом и мощностью 0,5 Вт (в схеме, приведённой на рис. 3, индикатор HL2 в доработке не нуждается). На месте индикаторов HL1 и HL2 также можно использовать любые подходящие светодиоды, установив последовательно с ними токоограничивающие резисторы. Светодиод HL3 — также любой подходящий, переключатель SA1 — любой конструкции, на три положения и одно направление с допустимым током контактов не менее тока через электромагнит.

Собранный правильно и из исправных деталей электронный ключ начинает работать сразу. Налаживание устройства сводится к подбору сопротивления резисторов R1 (ток включения излучающего диода оптопары U1), R3 (ток через индикатор HL2) и R5 (ток включения светодиода HL3). В случае использования на месте HL1 и HL2 обычных светодиодов сопротивление токоограничительных резисторов выбирают исходя из допустимого рабочего тока этих светодиодов.

Описанный электронный ключ можно использовать не только для управления электромагнитом, но и в составе любых устройств, где требуется управлять нагрузкой постоянного тока с инверсной логикой управления (при подаче управляющего напряжения нагрузка отключается, а при снятии — включается). Если же требуется прямая логика управления, то в схеме, приведённой на рис. 2, следует отключить цепь затвора транзистора VT1 от вывода 4 оптопары U1 и подключить её к выводу 3, предварительно отсоединив его от минуса источника питания. Между затвором и истоком транзистора в этом случае следует установить резистор сопротивлением 22...51 кОм и мощностью 0,125 Вт.



# РАДИО

E-mail: mail@radio.ru

## о связи

### ИТОГИ

## Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2021



ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

**В** 2021 г. в телетайпных соревнованиях, проводимых совместно редакцией журнала "Радио" и Союзом радиолюбителей России, приняли участие более 500 спортсменов. Мы получили 515 отчётов из 57 стран мира (по списку DXCC). Это на 75 отчётов больше, чем в прошлом году.

В многодиапазонном зачёте, как в прошлом и в позапрошлом годах, лучшим стал Юрий Куриный (RG9A, г. Челябинск). Виктор Локкер (RA9AU, г. Кор-

На диапазоне 14 МГц первое место занял Матия Вьерда (Matija Vierda, 9A3VM) из хорватского г. Дубровник (Dubrovnik). Второе место — Ласло Надь (Laszlo Nagy, HA8QZ) из венгерского г. Кондорос (Kondoros). В прошлогодних соревнованиях он был победителем в этой группе. На третьем месте — Мишель Брюнель (Michel Brunelle, F6AGM), г. Гроле (Graulhet), Франция.

Лучшим на диапазоне 7 МГц стал Евгений Пресман (4Z5UN) из г. Пета-

шлом году, заняла команда радиоклуба Tule i Vuzic из хорватского г. Запрешич (Zapresic, 9A7T). В составе команды участвовали Марио Сиранович (Marijo Siranovic, 9A5MR), Звонимир Маврачич (Zvonimir Mavracic, 9A5CB), Иван Хорват (Ivan Horvat, 9A9HI), Филип Клинач (Filip Klinac, 9A3CKF) и Степан Кузьмински (Stjepan Kuzminski, 9A6AXV). На втором месте в этой группе — команда радиостанции RA3Y из п. Супонево Брянской обл. В составе команды выступали Владимир Щербаков (RA3Y), Александр Хаустов (R3YA) и Михаил Карлин (UA3YCZ). На третьем месте — команда K1IM1 из г. Тенантс Харбор (Tenants Harbor), США, в которой участвовали Бертран Мишо (Bertrand Michaud, N4CW) и Джеймс Гулвин (James Gulvin, W4TMO).

В группе наблюдателей приняли участие три спортсмена. В этой группе официальные итоги не подводились, поскольку по регламенту "подведение итогов в группе проводится при условии участия не менее шести радиостанций". Тем не менее, лучшим был Душан Ханак (Dusan Hanak, OK2-9329), г. Острава, Чехия. В прошлогодних соревнованиях он занял второе место в этой группе. Второе место занял Нандор Виола (Nandor Viola, HA1-0013) из венгерского г. Дьёр (Győr), который в прошлогодних соревнованиях занял третье место. На третьем месте — Энди Буди Утомо (Endi Budi Utomo, YB8022SWL) из г. Бантенг (Bantaeng), Индонезия.

Итоги соревнований для лидеров по зачётным группам приведены в **таблице**. В ней указаны занятое место, позывной, число связей, число очков за связи, множитель и окончательный результат.

Технические результаты по всем участникам этих соревнований можно посмотреть по адресу [http://www.radio.ru/cq/contest/result/RTTY\\_2021\\_table.pdf](http://www.radio.ru/cq/contest/result/RTTY_2021_table.pdf) на сайте журнала "Радио".



**Юрий Куриный (RG9A) — победитель в многодиапазонном зачёте.**



**Евгений Пресман (4Z5UN) показал лучший результат на диапазоне 7 МГц.**

кино Челябинской обл.), как и в прошлом году, занял второе место. На третьем месте — Майкл Кин (Michael Keane, K1MK) из американского г. Уотертаун (Watertown).

На диапазоне 28 МГц был только один участник — поляк Ян Пажестка (Jan Pajestka, SP6IHE) из с. Скорошице (Skoroszyce).

Первое место на диапазоне 21 МГц занял индонезиец Мухади Видианто (Muhadi Widianto, YC9XYP) из г. Кепи (Keri). На втором месте — Драган Арсич (Dragan Arsic, YU1UN) из сербского г. Ужице (Uzice). В прошлогодних соревнованиях он был первым в этой группе. Третье место занял Сергей Соболев (UA0SR) из г. Иркутска.

Тиква, Израиль. Арвидас Рименас (Arvidas Rimenas, LY2T) из литовского с. Шленава (Slienava) занял второе место, третье — Йоуни Тарвайнен (Jouni Tarvainen, OG4W), г. Наараярви (Naarajarvi), Финляндия.

На диапазоне 3,5 МГц победил Андреас Вольф (Andreas Wolf, DH8WR), г. Рудольштадт (Rudolstadt), Германия. Второе место здесь занял Стефан Тодоров (LZ5XQ) из болгарского г. Бургас, третье — Николай Яковенко (UT5EPP, г. Кривой Рог Днепропетровской обл., Украина).

Первое место среди радиостанций с несколькими операторами, как и в про-



## SINGLE OPERATOR MULTI BAND

1	RG9A	737	7015	227	1592405
2	RA9AU	513	4875	190	926250
3	K1MK	601	5390	169	910910
4	YO9HP	618	3980	212	843760
5	YU5R	619	4045	199	804955
6	YQ6A	589	3640	211	768040
7	LZ6K	589	3750	196	735000
8	DQ9Y	462	2915	179	521785
9	YO4NF	517	2965	167	495155
10	RZ9AD	341	3290	141	463890

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND  
28 МГц

1	SP6IHE	2	10	1	10
---	--------	---	----	---	----

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND  
21 МГц

1	YC9XP	116	1095	46	50370
2	YU1UN	118	760	40	30400
3	UA0SR	84	820	35	28700
4	YB3BLJ	39	360	27	9720
5	YD4SIZ	41	380	23	8740
6	G9D	67	390	21	8190
7	UY2IF	35	270	20	5400
8	RG0S	27	230	17	3910

9	YD9WFT	36	285	13	3705
10	R8LBI	24	225	14	3150

## SINGLE OPERATOR SINGLE BAND

## 14 МГц

1	9A3VM	472	3185	92	293020
2	HA8QZ	469	3350	86	288100
3	F6AGM	374	2620	82	214840
4	LY1R	393	2670	80	213600
5	UB7K	293	2005	61	122305
6	VE2RY	243	2095	58	121510
7	ES4RD	241	1545	66	101970
8	IV3SKB	209	1560	60	93600
9	RK3DXW	269	1555	60	93300
10	YO4FPF	226	1335	64	85440

## SINGLE OPERATOR SINGLE BAND

## 7 МГц

1	4Z5UN	215	2075	64	132800
2	LY2F	291	1675	69	115575
3	OG4W	260	1455	69	100395
4	RU8W	160	1535	57	87495
5	RT6DI	144	795	52	41340
6	YT3D	130	730	46	33580
7	IUGIA	120	650	44	28600
8	RX3VF	103	560	40	22400
9	DL5NAV	92	515	40	20600
10	IK3SSJ	64	340	37	12580

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND  
3,5 МГц

1	DH8WR	152	810	45	36450
2	LZ5XQ	137	735	47	34545
3	UT5EPP	129	680	46	31280
4	R3LC	92	485	40	19400
5	UA8J	60	575	33	18975
6	SN9AT	76	390	29	11310
7	SO3O	69	350	30	10500
8	YO6HSU	51	280	29	8120
9	UT8IK	24	125	22	2750
10	YR8V	19	100	14	1400

## MULTI OPERATOR MULTI BAND

1	9A7T	614	4035	205	827175
2	RA3Y	556	3300	180	594000
3	K1IMI	484	4120	123	506760
4	W4RN	442	3845	121	465245
5	SB7A	362	1965	126	247590
6	UA6KAC	287	1640	121	198440
7	RC9MAA	93	845	63	53235
8	D1CTT	79	485	48	23280
9	DX3EVM	24	205	12	2460

## SWL

10K2-9329	95	525	54	28350
2HA1-0013	27	140	23	3220
3YB8022SWL	16	120	6	720

## Василий Салтыков — известный довоенный коротковолновик-активист

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: СПО-ЛОМ, 2008, 304 с.) и по радиолюбительским журналам разных лет.

**В**асилий Семёнович Салтыков (1907—1955) внёс большой вклад в развитие нашего коротковолнового

1—6 марта 1926 г. в московском Политехническом музее проходил Все-



Василий Семёнович Салтыков.

движения 20—30-х годов прошлого столетия.

В 1925 г. во время создания журнала "Радио Всем" он был заместителем его ответственного редактора.



Значок члена ОДР СССР.

Делегаты 1-го Всесоюзного Съезда ОДР.



Делегаты Всесоюзного съезда ОДР.

союзный съезд ОДР (присутствовали 322 делегата от 200 тыс. членов общества), который принял декларацию об образовании ОДР СССР. Генеральным секретарём ОДР был избран Василий Салтыков (99RB/RK-297; проживал в г. Тамбове по ул. Козловской, д. 30) и исполнял эти обязанности до 1933 г.

В начале 1928 г. В. Салтыков переезжает в г. Козлов (Тамбовский округ, ныне — г. Мичуринск) и получает позывной eu2DI.

25—29 декабря 1928 г. в Москве проходила первая Всесоюзная конференция коротковолновиков. В приложении CQ SKW USSR, 1929, № 2—3, с. 9—12 к журналу "Радио Всем" № 3 за 1929 г. были опубликованы тезисы выступающих.

Привожу выдержки из выступления eu2DI:

"Тов. Салтыков, останавливаясь на работе конференции, говорит, что конференция является тем моментом, на котором Президиум ОДР должен будет построить всю свою работу в области коротких волн.

Касаясь выступлений, критикующих работу ЦСКВ, он говорит, что критика необходима, но критика товарищеская, а не такая, какую ведет тов. Чмиль, который предлагает отменить код, заявляя с усмешкой, что Пре-



W. S. Saltykov, Goncharnaya 10 Lodg 15.  
LENINGRAD 36 USSR

TO RADIO W3EVT  
UR *sig wkdh* Rec ON *3-7* 193 *7* at *0108* gmt.  
RST *586* *4* m.c.

*Comfort in  
fist 58666  
red 48855*

**U1AD**

PSE QSL  
Xmtr: Xtal *SP* W RCVR: 1-V-2 Dx: All continents  
Tks FR Qso om! Vy 73's *Sp. op*

дснгорянт 8-41-36 г.  
Тино-лаб. КИЖа  
Зак. 5675—1900

QSL U1AD.

USSR LENINGRAD LSHW  
To radio W3EVT  
UR *sig wkdh* Rec ON *3-7* 193 *7* at *0108* gmt.  
RST *586* *4* m.c.

**U1AD**

RCVR *1-V-2*  
XMTTR *SP*  
PSE QSL *THX* 73! *h*  
QSL *2-7*



Герой Советского Союза Э. Т. Кренкель среди премированных участников соревнований по связи с "Северным полюсом". Василий Семёнович Салтыков — второй слева.



Фотография из журнала "Радиофронт", 1937, № 8, с. 10.

### Василий Семёнович Салтыков

10 ноября 1955 года смерть вырвала из наших рядов Василия Семёновича Салтыкова.

В. С. Салтыков родился в 1907 году в г. Белостоке. С 1924 года он стал заниматься радиолюбительством, которое определило его жизненный путь. В. С. Салтыков активно участвовал в первых опытах по использованию коротковолновой радиосвязи в частях Ленинградского военного округа.

Начиная с 1932 года, Василий Семёнович непрерывно работал в области радиосвязи. В 1940 году, став экспертом изобретения и защиты дипломатический проект в Ленинградском институте инженеров связи, он получил квалификацию инженера-электрика по радиосвязи.

Во время Великой Отечественной войны В. С. Салтыков вступил в ряды коммунистической партии Советского Союза. Верный сын Коммунистической партии, Василий Семёнович с детства проявлял глубокое понимание политики партии, умение бороться за выполнение ее решений.

Отличный организатор, прекрасно знавший свое дело, он много сил отдал воспитанию советских коротковолновиков. Хороший радист-оператор, мастер дальних связей, Василий Семёнович умело передавал свои знания и опыт молодежи. Его перу принадлежат несколько учебных пособий и ряд статей в журналах «Радиофронт» и «Радио».

Много времени уделял он практической работе на

дально коротковолновой приемно-передающей радиостанции. Им проведено около 20 тысяч любительских радиосвязей. Советским коротковолновикам и коротковолновикам ряда других стран мира хорошо известны позывные его любительской радиостанции. В. С. Салтыков принимал активное участие также и в проследении связей по инстинкту экспедиции, работавшими в отдаленных районах страны. Он первый установил радиосвязь с дрейфующей зимовкой на Северном полюсе в 1937 году.

В. С. Салтыков неоднократно избирался на руководящие посты в радиолюбительских организациях. В 1955 году за активное участие в развитии коротковолнового радиолюбительства и подготовку молодежи радистов-операторов он был награжден государственным орденом Почетного радиста.

Свои служебные обязанности В. С. Салтыков умело сочетал с большой общественной и партийной работой. В течение ряда лет В. С. Салтыков являлся депутатом Дзержинского райсовета г. Москвы.

Родина высоко оценила заслуги В. С. Салтыкова, наградив его орденами «Красная Звезда» и «Знак Почета» и медалью.

Память об этом талантливом советском инженерном и радиолюбительском, хорошем товарище, скромном и чутком человеке надолго сохранится в наших сердцах.

ГРУППА ТОВАРИЩЕЙ

Некролог из журнала "Радио", 1956, № 1, с. 63.



Э. Т. Кренкель вручает В. С. Салтыкову персональный приз — приёмник КУБ-4.

зидиум ОДР боится контрреволюционеров в коротковолновом движении". "Не забывайте, товарищи, что в условиях пролетарской диктатуры контроль необходим, чтобы не проходили в секции такие типы, как Юрков".

"Тов. Салтыков предлагает сделать код обязательным только для начинающих, а квалифицированным радиолюбителям предоставить право пользоваться и русским языком, что особенно необходимо для военных радистов".

В 1933 г. В. Салтыков получает позывной U1AD.

21 мая 1937 г. стартовала экспедиция дрейфующей станции "Северный полюс" (UPOL). 25 июня были проведены первые QSO's, а ночью 30 июня были проведены очень долгожданные для Э. Т. Кренкеля (RAEM) QSO's с советскими коротковолновиками. И первым среди них был Василий Салтыков (U1AD).

Летом 1938 г. RAEM вручил ему

свой персональный приз — приёмник КУБ-4.

После войны инженер-полковник В. С. Салтыков переходит на работу в НКПИТ и получает позывной UA3AD.

10 ноября 1955 г. UA3AD трагически погиб в Арктике.

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



# Радиоавтопробег "Углич-Карелия"

Евгений СЛОДКЕВИЧ (UA3АНМ/ОН5НМ), г. Москва



Фото 1

В последние годы активно обсуждаются вопросы развития радиолюбительского движения и, вообще, актуальности его существования. В этой статье мне хотелось бы рассказать, как можно разнообразить своё увлечение, на собственном примере, интересно и с пользой провести свой отпуск.

Наша небольшая компания из трёх радиолюбителей с позывными UA3АНМ, R2ASF и R2AWF на двух автомобилях отправились на север Карелии (фото 1). Заранее было подготовлено рабочее место для цифровой радиосвязи под г. Угличем с оператором Натальей (RX2АОМ). Стояла задача — проверить надёжность радиосвязи из карельских лесов на диапазоне 40 метров при маломощных радиостанциях "Улей-ма" или "Карта" на дистанции 1000 км. Но прежде чем мы туда доехали, тестировали связь в режиме UA3АНМ/М. Как и следует из теории, пройдя "мёртвую зону" около 50 км, следующий сеанс связи нам удалось провести только через 430 км. И продолжалась она уже до конца маршрута, но только в светлое время суток. На автомобиле применялась антенна MAC-80, а на базовой станции — RCWL80100. Проверка связи из леса на радиостанции "Карта-3" меня порадовала: обмен текстовыми сообщениями при мощности 5 Вт происходил с высокой надёжностью. Причём интересное замечание — при горизонтальном расположении антенны связи не было совсем, но стоило придать излучателю вертикальную составляющую, как всё пошло "на ура!"

Следующей нашей задачей была проверка работоспособности КВ-радиостанций на профессиональные диапазоны 2,6...3,8...4,9 МГц, на которые



Фото 2

была получена лицензия для популяризации радиосвязи в туризме. Было интересно проверить маломощные радиостанции в условиях национального парка "Паанаярви". Мы организовали куст из четырёх точек: Кордон—Избушка—Пожарка—Берег. В дневное время наиболее подходящим оказался диапазон 3,8 МГц при дистанциях от 12 км до 60 км. Горизонтальные антенны отлично работали на дальние расстояния, а вот на ближних не хватало вертикальной поляризации. Но всё равно все четыре корреспондента смогли обменяться информацией. Не меняя позиции, с дистанциями 12 км и 16 км мы проверили работу в диапазоне 27 МГц (фото 2). Тут перепады высот в 100 м уже заметно повлияли на качество связи, однако применение наружных антенн VD0-СВ с лихвой компенсировало затухание и проблем в радиообмене не возникло. Под впечатлением от таких результатов у меня

появилось желание радиофицировать парковские избушки, о чём я и поведал директору. А что, пусть туристы общаются между собой в местном лесном радиочате!

Воспользовавшись прекрасными природными условиями и компанией из грамотных ребят-радиолюбителей, я решил продолжить свои видеобзоры по КВ-шлюзу, продемонстрировав его дополнительные функции — режим работы APRS-трекера и погодного информатора. Ссылки на эти ролики вы найдёте в QR-коде в конце статьи.

Всё время в нашей поездке мы чувствовали поддержку и живой интерес членов нашего NVIS клуба в мессенджере Telegram. Хочется сказать в противовес тем ортодоксальным радиолюбителям, считающим Интернет и КВ-радиолюбительство несовместимыми, что они очень даже совместимы! При наличии Интернета изучение особенностей распространения коротких волн происходит куда быстрее, поскольку можно просто договориться с потенциальным корреспондентом о времени, частоте, применяемой антенне и виде модуляции, чем сидеть и ожидать такого случайного совпадения. Скажу более того — корреспондент может быть даже и не нужен, так как проконтролировать свой сигнал при заданных параметрах собственной аппаратуры можно и по удалённому SDR-приёмнику. Либо включить радиомаяк (обязательно с позывным!) и проверить его сигнал на некотором удалении. Разумеется, речь идёт о техническом, а не спортивном радиолюбительстве.

Очень нам помог SDR-приёмник, находящийся под Санкт-Петербургом, в момент, когда нужно было сориентировать по маршруту Владимира R2AWF. Находясь в посёлке, где уровень шума на 80-метровом диапазоне девять баллов, сигнал автомобильной радиостанции Володи в 350 км от меня было очень удобно принимать не напрямую, а на питерский SDR. Такой метод организации радиосвязи, на мой взгляд, может оказаться очень перспективным для различных служб, где применяется коротковолновая радиосвязь, но радиооператор находится в населённом пункте в окружении радиопомех. Так, туристическая компания "Велт", находящаяся в посёлке Калевала, не смогла воспользоваться радиосвязью для своих коммерческих целей ввиду поражения диапазона 27 МГц помехами с уровнем пять баллов, производимыми собственным офисным зданием. Вынесенный приёмник решил бы эту проблему.

На одном из лесных выездов, параллельно с тестированием комплекта спутникового Интернета "Триколор", нам удалось поучаствовать в Russian RDA Contest и провести пару десятков QSO. Однако сдать отчёт не удалось (за что приношу свои извинения) по причине катастрофической нехватки свободного времени и подготовки к Всероссийским учениям МЧС, куда я был приглашён. Но об этом "в следующей серии".





### Электронные шары для ёлки

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В статье рассказано о конструкциях двух электронных шаров для ёлки. Один из них содержит только адресно управляемые светодиодные модули WS2812B и совместно с другими аналогичными шарами может образовать гирлянду под управлением микроконтроллера. Второй шар — автономный, содержит такие же светодиодные модули, плату Arduino, источник питания, и им можно управлять по ИК-каналу.

#### Шар-гирлянда



Совместное использование нескольких таких шаров, соединённых в общую гирлянду, может стать своеобразным



Рис. 1

украшением небольшой ёлки.

Схема игрушки показана на рис. 4. Конструктивно модули A2—A6 объединены в общую мини-гирлянду шара, а электрически (по сигнальному проводу) в последовательную цепочку.

Такая цепочка может содержать сотни модулей, объединяя многие шары в гирлянду.

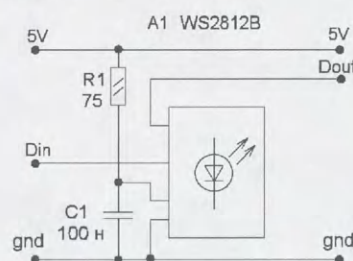


Рис. 3

Внутри шар (рис. 5) имеет несколько конструктивных элементов. Шпилька 1 обеспечивает крепление игрушки к веткам ёлочки и внутренних элементов между собой. Колпак 2 фиксирует светорассеиватель шара, дополняя его до сферы. Элемент 3 — это каркас для крепления ленты светодиодов, 4 — соединительные провода гирлянды. Элемент 5 — собственно светодиодный модуль. Элемент 6 — проволоочный каркас для соединения модулей в ленту.

Изготовление шара начинают с выбора полусферического светорассеивателя. Автор использовал вышедшие из строя светодиодные лампы с пластмассовым матовым рассеивателем диаметром 60 мм. Для демонтажа использовались слесарные тиски и отвёртка под шлиц (рис. 6). Сжав пластмассовое основание лампы до лёгкой деформации, край рассеивателя поддевают отвёрткой и поворачивая её вокруг собственной оси отделяют его от основания, разрушая

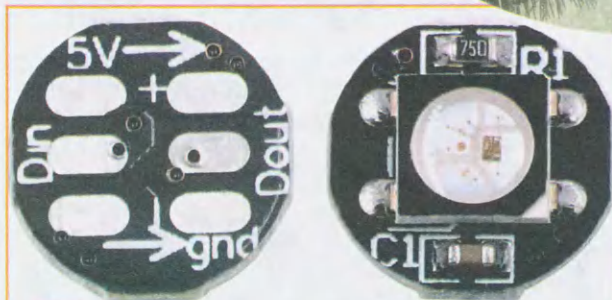


Рис. 2



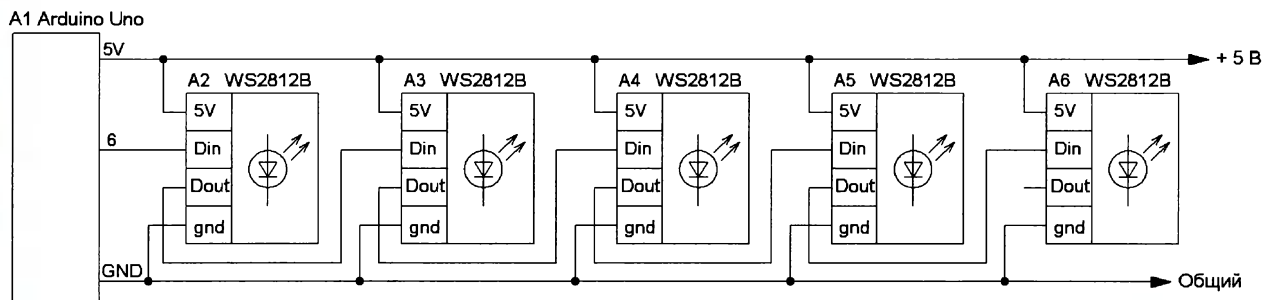


Рис. 4

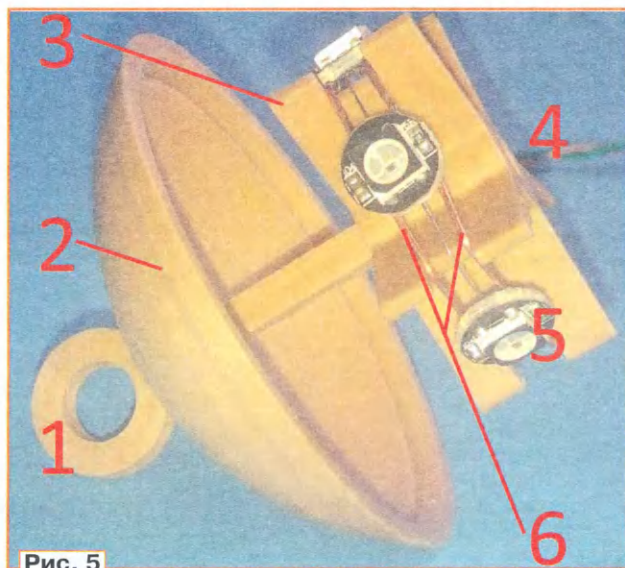


Рис. 5

соединительный герметик. Затем поворачивают лампу в тисках на угол 30...90 градусов и повторяют действия. В итоге полусфера отделяется от корпуса лампы. Далее кромку полусферы очищают от остатков герметика.

На 3D-принтере производят печать (рис. 7) элементов крепежа. Были использованы следующие базовые настройки принтера: материал — PLA; высота слоя — 0,2 мм; ширина линии — 0,4 мм; плотность заполнения — 20 %; поддержка — да, температура сопла — 190 °C; температура стола — 55 °C; тип прилипания к столу — нет. Далее следует произвести подгонку деталей. Для этого с помощью плоского надфиля и отрезка мелкозернистой наждачной бумаги обрабатывают грани шпильки.

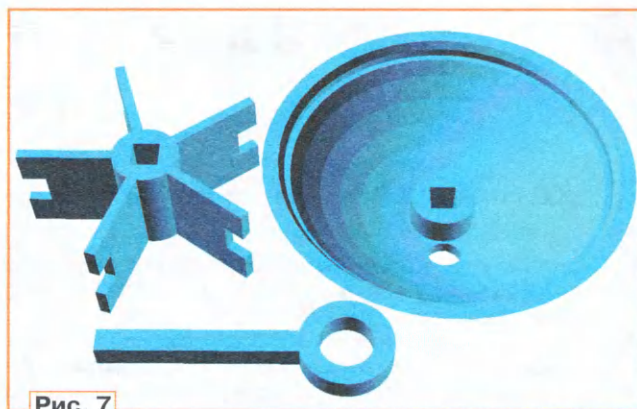


Рис. 7

Она должна с небольшим усилием свободно проходить в отверстие квадратного сечения колпака и на глубину 3...7 мм внутрь каркаса. Регулируя эту глубину, подбирают желаемое положение светодиодов внутри рассеивателя. Дополнительно может понадобиться обработка отверстия колпака (его диаметр — 49 мм). Затем обтачивают и шлифуют кромку рассеивателя, добиваясь надёжного защёлкивания полусферы внутри колпака.

Ленту мини-гирлянды монтируют на двух отрезках медной проволоки (элемент 6 на рис. 5) диаметром 0,6...1 мм и длиной 75 мм, подкладывая снизу модули A2—A6 и припаявая их к проволоке. Саму ленту соединяют с гирляндой или модулем A1 тонкими гибкими проводами 4, желательно зелёного цвета, предварительно продев их сквозь круглое отверстие колпака 2. Далее лентой огибают каркас 3 и



Рис. 6

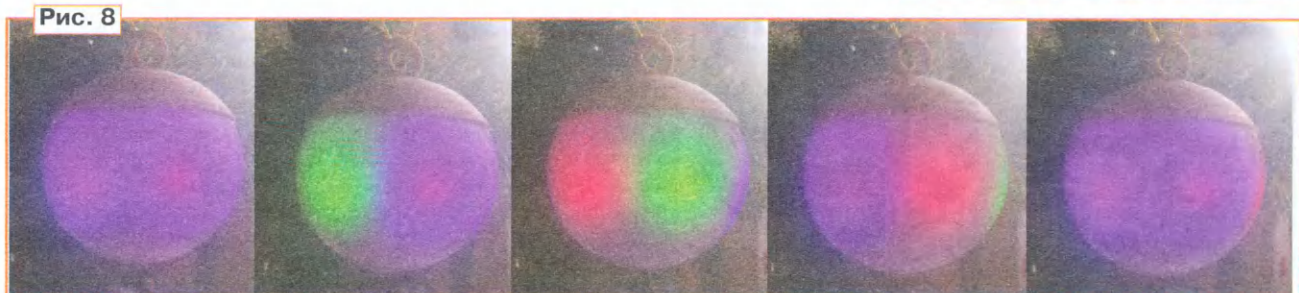


Рис. 8



защелкивают светорассеиватель — шар готов.

Питать конструкцию можно от аккумулятора типоразмера 18650 или от сетевого блока питания напряжением 3,7...5 В. Источник питания должен обеспечивать ток до 300 мА. Потребляемый ток в значительной мере зависит от выставленной программно яркости, используемых в создании цвета свечения кристаллов светодиода. Их три в светодиоде, и каждый может потреблять ток до 20 мА.

На этапе экспериментов желательно подобрать отдельные эффекты для одного шара (рис. 8). А затем можно будет объединять скетчи в общий для одного шара скетч, а затем для нескольких шаров, постепенно усложняя конструкцию.

**От редакции.** На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/shar.zip> находятся материалы проекта и видеоролики, иллюстрирующие работу первой игрушки.

## Шар-гирлянда с ИК-управлением



При дальнейших экспериментах конструкция разработанной игрушки, описание которой дано выше, претерпела существенные аппаратные и программные изменения. Шар стал автономной конструкцией, питающейся от аккумулятора (извлечён из старого сотового телефона) и управляемым по ИК-каналу с помощью пульта от телевизионного ресивера "Триколор". Внеш-

ний вид новогодней игрушки показан на рис. 9, а её схема — на рис. 10. Модули A2—A8 — это адресные светодиодные модули, расположенные на ленте на расстоянии 16 мм. Такую ленту можно приобрести в интернет-магазинах. Она имеет маркировку WS2812B black PCB 60 IP30. Это — влагозащищённая лента, имеющая на погонный метр 60 светодиодных модулей, а на оборотной стороне клейкое покрытие для крепления на поверхностях.

Управляет работой светодиодных модулей плата Arduino Pro mini 328 (A1), получая команды от приёмника ИК-сигналов B1. Разъём XS1 служит для включения шара или зарядки аккумулятора

от внешнего источника питания. Включение шара производится замыканием контактов 1 и 2 перемычкой, а зарядка — при подаче напряжения 5 В на контакты 2 (плюс) и 3 (минус). Вид шара с отщёгнутым светорассеивателем показан на рис. 11 и рис. 12.

Изготовление игрушки начинают с распечатки на 3D-принтере трёх крепёжных элементов, показанных на рис. 13. Крышка (слева) служит для фиксации аккумулятора, полусферы рассеивателя и шпильки с кольцом (в центре рисунка). Её размеры подобраны так, чтобы элементы входили в зазоры с небольшим усилием. Кольцо (справа) позволяет фиксировать ленту со светодиодными модулями, располагая её равномерно вокруг аккумулятора и центра шара. При создании трёхмерных моделей элементов крепления в расчётах использованы: диаметр светорассеивателя от светодиодной лампы — 60 мм; диаметр отверстия в нём — 45 мм, размеры аккумулятора 46×34×5 мм. Были использованы следующие базовые настройки принтера: материал — PLA; высота слоя — 0,2 мм; ширина линии — 0,4 мм; плотность заполнения — 20 %; поддержка — да, температура сопла — 190 °C; температура стола — 55 °C; тип прилипания к столу — нет.

Далее производят монтаж элементов на плате в соответствии с рис. 14. Гибкие провода 1 — для ленты светодиодных модулей, перемычка 2 — для дистанционной перезагрузки платы, разъем 3 — для загрузки вариантов скетчей. ИК-приёмник 5 также монтируют непосредственно на

Рис. 9

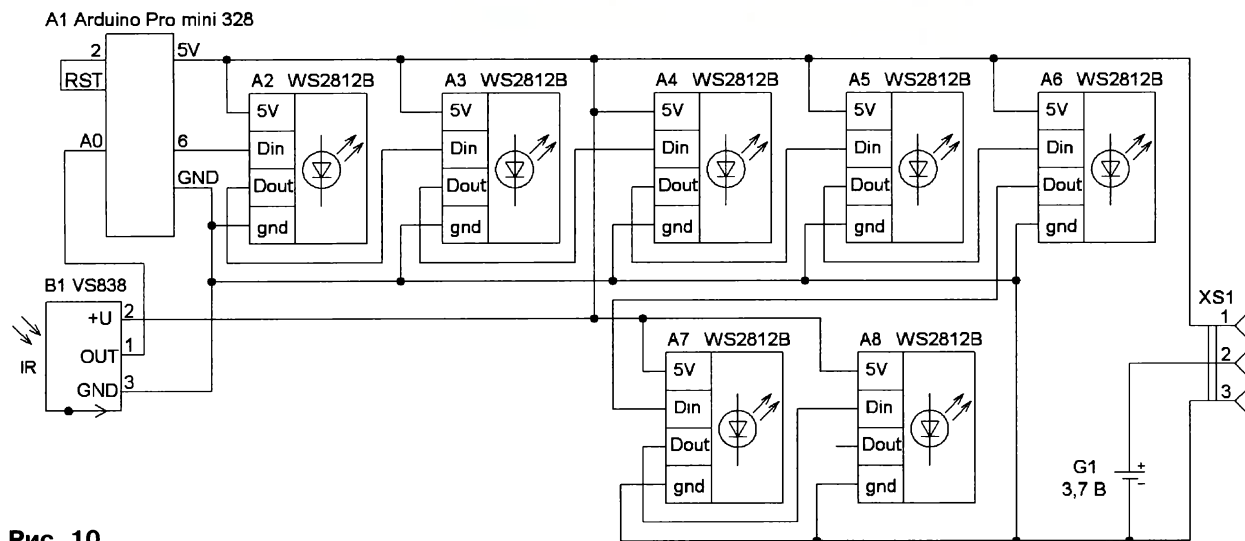
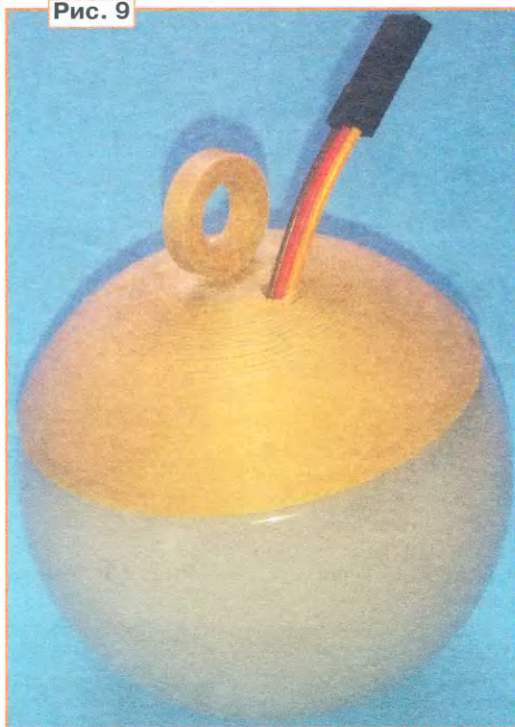


Рис. 10



Рис. 11

плате. Под него и его выводы, на участке 4 следует подложить отрезок чёрной изоляционной ленты для экранирования от света светодиода платы Arduino. Он может создать нежелательную подсветку шара в темноте. Проверив работоспособность имеющегося макета, приступают к окончательной сборке изделия.

Сначала в крышку продевают (см. рис. 12) выводы разъёма 1. Вставляют в паз аккумулятора 2 и припаивают выводы разъёма. Затем отдельно припаивают выводы 3 с платы к выводам ленты. Плату размещают на аккумуляторе и подпаивают провода питания к монтажным выводам разъёма 3 (см. рис. 14). Далее надевают кольцо, отцентрировав его положение, и наклеивают по внешней стороне ленту 4. Отводят провода от ИК-приёмника, освобождая ему обзор, и пристёгивают полусферу. Опыт показал, что ИК-приёмник надёжно принимает отражённые сигналы с расстояния 1...3 м даже при экранировании корпусом аккумулятора.

Программа-скетч **scharik\_ik.ino** содержит несколько уровней функций и позволяет с полученным опытом строить по аналогии варианты управления гирляндой шаров с общей платой МК или индивидуальными платами управления, при автономии шаров. Кнопки пульта (рис. 15) позволяют выбирать номер эффекта-программы (кнопки 1—

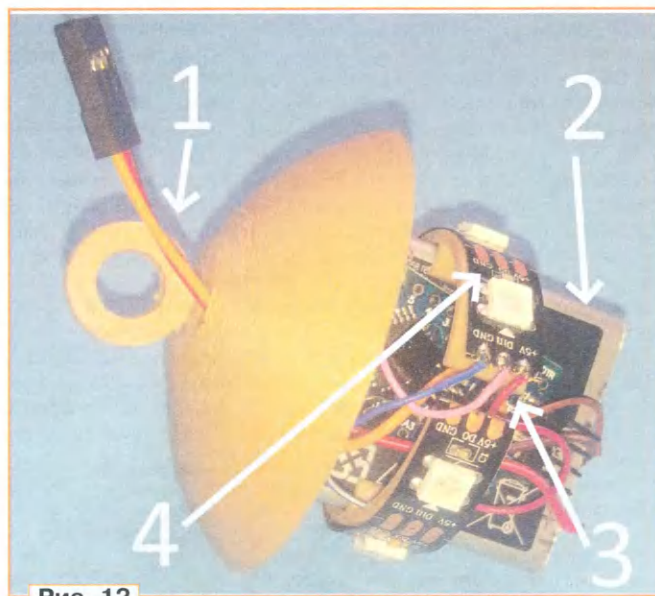


Рис. 12

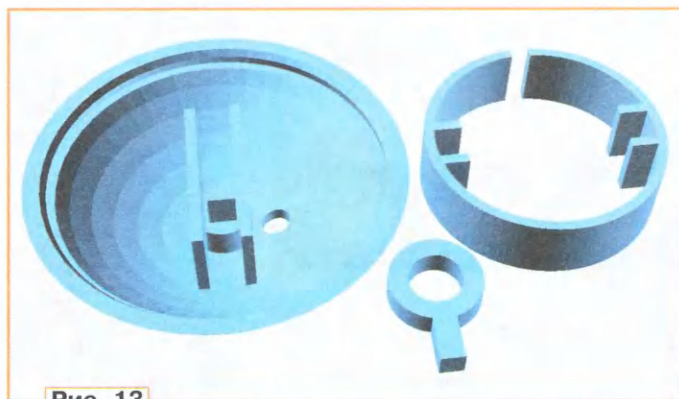


Рис. 13

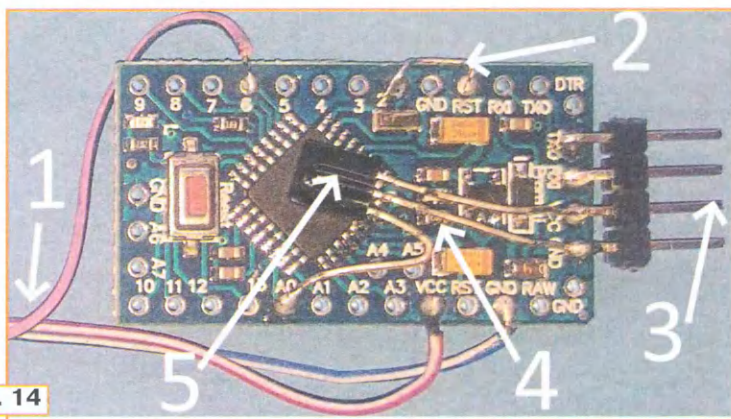


Рис. 14

5) и его сброс (кнопка "OK"). Переключение между эффектами происходит по окончании ис-

полнения текущего и может занимать некоторое время после нажатия на кнопку номера эффекта. В то время как использование кнопки "OK" приводит к перезагрузке платы и соответственно к прекращению исполнения текущего эффекта сразу. Далее следует выбрать желаемый эффект нажатием на кнопки 1—5. Можно подобрать желаемый набор кнопок на имеющемся в распоря-

жении пульта, воспользовавшись рекомендациями в [1] и отредактировав скетч проекта под собственные коды кнопок. В скетче использованы две библиотеки. Это — **Adafruit\_NeoPixel** и **IRremoteInt**. Следует отметить, что в текущей доступной версии вторая библиотека несовместима в работе с первой и следует воспользоваться её ранней версией (архив приложен в файлах



проекта). Ссылку на эту версию можно найти в тексте статьи [2]. Вариант исправления ситуации также дан в разделе "Часто задаваемые вопросы" на ресурсе проекта самой библиотеки [3].

Автору этой статьи пришлось в ходе экспериментов применить более радикальную меру — аппаратное разделение библиотек, использовав дополнительную плату с микроконтроллером и обеспечивая связь между ними по UART. При самостоятельной разработке подобных конструкций на основе скетча проекта следует обратить внимание на значение следующих констант, переменных и функций нижних уровней:

**LED\_COUNT** — число светодиодных модулей в одном шаре;

**N** — число шаров в гирлянде;

**gir** — переменная, задающая конфигурацию участка шаров в том или ином эффекте.

Так, например, значение **gir="A\*\*A\*A"** означает, что в последующем эффекте или функции будут задействованы крайние и центральный шары, а гирлянда содержит семь шаров. К примеру, запись функции **pixel\_ (3,27,25);** означает включение третьего светодиодного

модуля в шаре бежевым цветом (из 64 вариантов) на яркости в 25 (из 86 единиц) единиц. То же самое можно

лени группы адресных шаров, с возможностью демонстрации световых ёлочных шоу на домашних праздниках с помощью ИК-пульта. Адресацию можно обеспечить за счёт использования дополнительных кнопок пульта, например, "Вверх", "Вниз", "Вправо", "Влево", которые, как и кнопка "OK", будут осуществлять перезагрузку плат, соответствующих пяти шарам на ёлке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Передача данных в инфракрасном диапазоне при помощи Arduino. — URL: <http://arduino.on.kg/peredacha-dannyh-v-infrakrasnom-diapazone-pri-pomoshchi-Arduino> (31.10.21).
2. Новогодняя гирлянда на Arduino NANO с пультом, имеет более 1000 вариаций. — URL: <https://mysku.ru/blog/aliexpress/68990.html> (31.10.21).
3. Arduino-IRremote. — URL: <https://github.com/Arduino-IRremote/Arduino-IRremote> (31.10.21).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/shar2.zip> находятся материалы проекта и видеоролик, иллюстрирующие работу игрушки.



Рис. 15

записать по-другому — **pixel\_ (3,"бежевый",25);**.

После получения практического опыта можно задуматься об изготов-

## Простой преобразователь напряжения — замена "Кроны" в мультиметре

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

О проблемах с питанием широко распространённых и доступных мультиметров серий M8xx, DT8xx (или M-8xx, DT-8xx) написано немало. Одна из основных претензий заключается в том, что питаются они от батареи типоразмера 6F22, которая зачастую дорогая и не продаётся на всех углах. Поэтому у радиолюбителей возникает постоянное желание заменить их более доступными и дешёвыми элементами типоразмера AAA. Но в этом случае потребуется повышающий преобразователь напряжения.

В статье речь идёт о прямой замене гальванической батареи типоразмера 6F22 ("Крона", "Корунд" и т. д.) преобразователем напряжения с питанием от гальванического элемента типоразмера AAA. При этом какой-либо доработки самого мультиметра не требуется. Преобразователь просто устанавливают в батарейный отсек и подключают

к мультиметру штатной колодкой. Устройство предназначено в первую очередь для мультиметров тех серий, у которых нет отдельного выключателя питания.

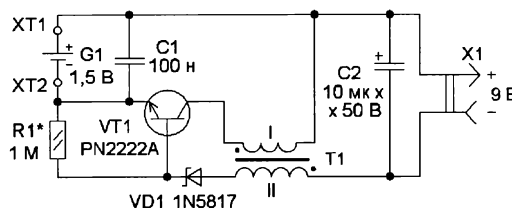


Рис. 1

Особенностью преобразователя является то, что он запускается автоматически, когда включают мультиметр, и выключается, когда мультиметр выключают. В дежурном режиме потребля-

емый преобразователем ток крайне мал — только токи утечки биполярного транзистора и конденсатора.

Схема устройства показана на рис. 1. Оно представляет собой блок-кинг-генератор, собранный на транзисторе VT1 и трансформаторе T1. Если мультиметр не включён (ток нагрузки равен нулю), конденсатор C2 заряжается до напряжения, близкого к напряжению питающего элемента  $U_{\text{зн}}$ . Обусловлено это тем, что переход база—эмиттер транзистора и диод в этом случае включены в прямом направлении. Поскольку после зарядки конденсатора C2 ток через базу транзистора практически отсутствует, преобразователь не запускается.

Если переключатель установить в одно из положений для измерения,

через мультиметр и базу транзистора начнёт протекать небольшой ток, который откроет транзистор, и в первичной обмотке трансформатора появится ток, что приведёт к появлению напряжения на вторичной обмотке трансформатора. За счёт положительной обратной связи базовый и коллекторный токи увеличатся, и транзистор полностью откроется. На вторичной обмотке

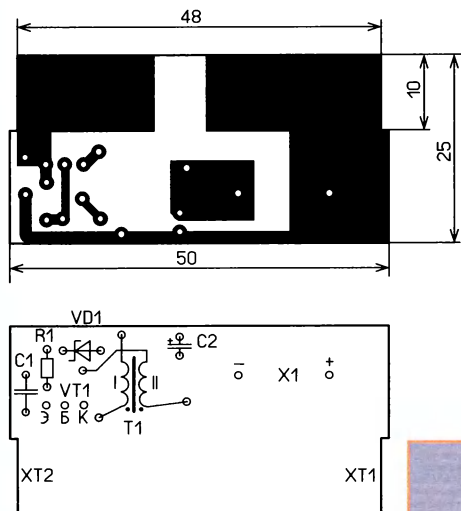


Рис. 2

трансформатора возникает импульс напряжения, который выпрямляется эмиттерным переходом транзистора и диодом. В результате конденсатор C2 заряжается.

После этого базовый ток уменьшается, вслед за ним уменьшается и коллекторный ток, в результате транзистор закрывается. Затем процесс повторяется. Когда напряжение на конденсаторе C2 растёт, увеличивается ток нагрузки, а значит, и ток базы транзистора. Поэтому пока есть ток нагрузки, за счёт положительной обратной связи генерация поддерживается постоянной. После выключения мультиметра ток нагрузки преобразователя прекращается, транзистор закрывается, и преобразователь перестаёт работать. Выходное напряжение преобразователя зависит от напряжения питания и соотношения числа витков вторичной и первичной обмоток. Следует отметить, что основное назначение диода — защита перехода база—эмиттер транзистора от недопустимого обратного напряжения. Дело в том, что допустимое обратное напряжение большинства кремниевых маломощных транзисторов всего 5...6 В, а для питания мультиметра требуется 7...10 В. Если сделать, например, преобразователь с выходным напряжением 5 В и менее, диод VD1 будет ненужным, а выпрямлять напряжение будет транзистор.

Конденсатор C1 — блокировочный, он нужен для того, чтобы повысить КПД преобразователя, поскольку он работает на сравнительно высокой частоте 200...300 кГц. Конденсатор C2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Подборка резистора может потребоваться при налаживании преобразователя. Поскольку зарядка конденсатора C2 происходит не сразу, нормальное напряжение питания на мультиметр поступает через 2...3 с после его включения. При снижении напряжения гальванического элемента это время увеличивается, что может быть сигналом о необходимости его замены.

Все элементы преобразователя смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы показан на рис. 2. По своим размерам она

желательно зафиксировать небольшой прокладкой из поролона, которая будет прижимать его после закрытия крышки. В некоторых мультиметрах серий M8xx, DT8xx батарея питания подключается не с помощью колодки, а с помощью упругих контактов. В этом случае требуется изменение печатной платы.

При напряжении питания 7...10 В мультиметр DT838 потребляет ток от 0,95 мА до 3,8 мА (режим прозвонки при звучащем сигнале). При напряжении питания преобразователя 1,3 В потребляемый им ток — от 11 до 45 мА. Таким образом, КПД преобразователя — около 60 %.

Налаживание начинают с подбора числа витков вторичной обмотки. Для этого подключают "свежий" элемент питания (1,5...1,55 В), к выходу преобразователя подключают эквивалент нагрузки — резистор сопротивлением 8,2 кОм. Витки вторичной обмотки подбирают так, чтобы напряжение на нагрузке было 10 В. Затем надо убедиться в правильной работе преобразователя при включении и выключении. Дело в том, что при включении мультиметра

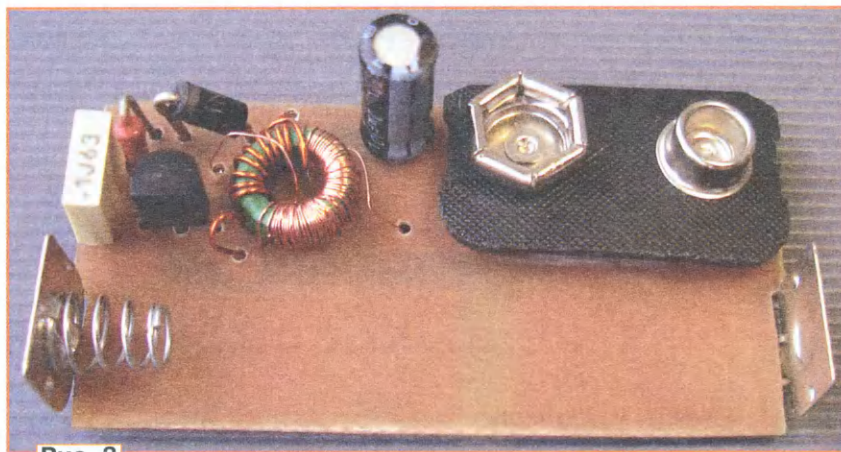


Рис. 3

подходит для размещения в батарейный отсек мультиметров серий M8xx, DT8xx. Применён постоянный резистор МЛТ, C2-23, конденсатор C1 — плёночный или керамический. Конденсатор C2 — оксидный, он взят на сравнительно большое номинальное напряжение, чтобы уменьшить ток утечки через него. Диод — маломощный Шоттки. Контакты XT1, XT2 — держатели для гальванического элемента типоразмера AAA. Разъём X1 — колодка от батареи "Крона" (6F22). Трансформатор намотан на ферритовом кольце диаметром 8,2 и высотой 3,5 мм от КЛЛ. Первичная обмотка содержит 10 витков провода ПЭВ 0,4, вторичная — 65...70 витков провода ПЭВ 0,12.

Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 3. Её устанавливают в батарейный отсек мультиметра (рис. 4). Чтобы гальванический элемент не выскакивал из держателей, его

метра на него поступает напряжение примерно  $U_{эл}$ , которое может быть 1...1,5 В. Измерения показали, что при таком напряжении питания мультиметр потребляет ток 80...100 мкА. Этого тока должно хватить для запуска преобразователя. При выключении мультиметра ток через него прекращается, блокинг-генератор выключается и конденсатор C2 плавно разряжается через своё сопротивление утечки, а также через транзистор, у которого тоже есть токи утечки. Однако, когда этот конденсатор разрядится, диод и эмиттерный переход транзистора будут смещены напряжением элемента питания в прямом направлении (если будет ток утечки конденсатора), транзистор может открыться, и возникнет генерация на микротоках, которая может быть как постоянной, так и периодической. Второй вариант может возникнуть, если после возникновения генерации кон-



денсатор C2 зарядится до небольшого напряжения, базовый ток уменьшится и генерация сорвётся. После разрядки конденсатора генерация может кратковременно возникнуть снова. Чтобы устранить такую ситуацию, и потребовалась установка резистора R1. Через него протекает часть тока утечки, и запуск генерации на микротоках не происходит. Этот резистор надо подо-

из пределов. Выключаться преобразователь должен при выключении мультиметра. Контролировать это можно с помощью измерителя тока, включённого в разрыв цепи питания преобразователя.

В преобразователе была проверена работоспособность транзисторов PN2222A и их аналогов — KSP2222A. Из нескольких экземпляров тех и других

указанным на схеме номиналом резистора R1. При испытании нескольких транзисторов BC547C они также работали неустойчиво, видимо, из-за слишком большого коэффициента передачи тока базы  $h_{213}$ .

Этот эквивалент "Кроны" был испытан с тремя мультиметрами: DT830B, DT838 и M838. Во всех случаях он показал одинаковые результаты. Работоспособность мультиметров (до появления сигнала "Батарея разряжена" на ЖКИ) сохранялась при снижении напряжения элемента AAA до 1,1 В.

Необходимо отметить, что этот преобразователь не получится применить в некоторых мультиметрах с питанием от батареи 6F22, отдельным выключателем питания и с системой автоматического отключения (таймером), например, MY-63 и аналогичных. Дело в том, что в мультиметре MY-63 при его включении сначала запускается таймер, который затем включает мультиметр. Таймер с таким преобразователем может просто не запуститься.

От редакции. По адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/12/krona.zip> имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.



Рис. 4

брать так, чтобы преобразователь запусклся на напряжении питания 1...1,1 В и при включении мультиметра на любом

транзисторов только один транзистор KSP2222A "отказался" работать устойчиво, остальные работали нормально с

## Ответы на викторину "Arduino: программная часть-7"

("Радио", 2021, № 11, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

**1** Ответ — 1. Модуль A1 — аналоговый трёхосевой акселерометр на микросхеме ADXL335. Модуль A3 — карт-ридер памяти формата SD (microSD с переходником). Информационные выводы модуля A1 подключаются к аналоговым входам A0—A2 АЦП Arduino, а выводы модуля A3 — к цифровым входам и выходам D7, D10—D13. Используемые интерфейсы — аналоговый (A1), цифровой (A3).

**2** Ответ — 0. Назначение скетча — оцифровать аналоговое напряжение в канале X акселерометра модуля A1 (строка 9), отфильтровать высокочастотные гармоники (стро-

ка 10), вывести на монитор компьютера переменные **S**, **fs** — это, соответственно, отсчёты до и после ФНЧ (строки 11—13).

В выражении для цифровой фильтрации участвует коэффициент **k**. Подбирается он экспериментально в зависимости от требуемой степени сглаживания графика (рис. 1).

Для выяснения функциональных пределов можно воспользоваться методом подстановки крайних значений. Если в формулу в строке 10 скетча подставить **k=0**, то **fs=fs**. Это означает максимальную степень фильтра-

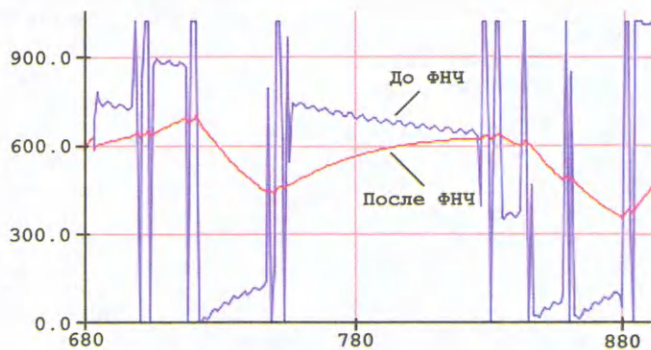


Рис. 1



ции, когда для любого отсчёта сигнала  $S$  переменная  $fs=0$ . Если в формулу подставить  $k=100$ , то  $fs=S$ , следовательно, сигнал акселерометра вообще фильтроваться не будет.

За основу скетча взята публикация [1], но с изменением формулы цифрового ФНЧ, чтобы уйти от чисел с плавающей запятой **float**. Это позволило в 1,5 раза уменьшить длину скетча и на 20 % увеличить быстродействие опроса выходного сигнала канала акселерометра модуля A1.

**3. Ответ — 1.** Назначение скетча — проверка установок карты памяти SD или microSD в модуль A3 (строки 8—10), задержка на 1 с нужна для завершения переходных процессов (строка 11), проверки отклика информационных сигналов от карты памяти (строки 12, 13).

Особенностью модуля A3 является вывод INS (сокращение от англ. insert — вставить). Это выходной сигнал карт-ридера, который может быть с уровнями VCC или GND в зависимости от того, вставлена карта памяти в слот или нет.

Если вывод INS физически отсутствует в модуле A3, чтобы не переделывать программу, в ней нужно закомментировать строку 10 — поставить в начале строки две косые черты. Закомментирование строки 4 приведёт к ошибке компиляции.

**4. Ответ — 0.** Модуль A1 — сенсорная кнопка-выключатель с фиксацией нажатия. Модуль A3 — "умная" светодиодная RGB-лента, состоящая из 30 последовательно включённых индикаторов с пиксельной адресацией [2]. Другое название — адресная лента. По конструкции она гибкая, но только в одной плоскости, поэтому механически согнуть её в форме знакоместа для индикации цифр 0—9 не получится. Чтобы изготовить конструкцию индикатора, аналогичную **рис. 2**, надо острыми ножницами разрезать ленту на семь частей и провести электрические связи согласно схеме на **рис. 3**. Попутно придётся изменить программу, ведь цвет каждого пикселя задаётся отдельно.

**5. Ответ — 1.** Назначение скетча — если от сенсорной кнопки модуля A1, подключённой к цифровому входу D9 (строка 3), поступает высокий логический уровень, то включается внутренний светодиод Arduino (строки 9,10), иначе светодиод выключается (строка 12).

Внутри модуля A1 имеется управляющий контроллер, который обеспечивает обработку и фильтрацию сигналов от ёмкостного сенсорного датчика, а также формирует выходной сигнал интерфейса с открытым сто-

ком на выводе OUT. В зависимости от программы, загруженной на заводского изготовителя в контроллер, кнопка может быть как с фиксацией — M294.4, так и без фиксации — M294.3 [3].

Определить тип кнопки анализом скетча нельзя. Можно лишь визуально — если светодиод на плате Arduino после нажатия и отпускания сенсорной кнопки A1 не возвращается в пре-

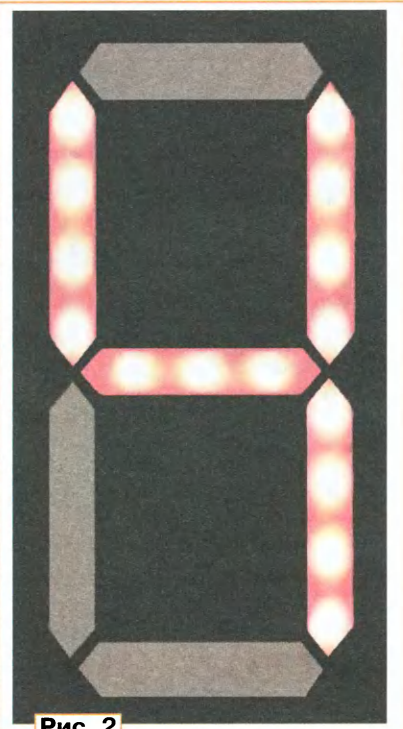
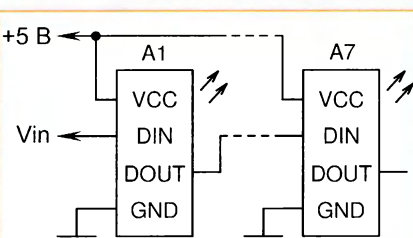


Рис. 2



A1, A3, A4, A6 - лента WS2812B-4;  
A2, A5, A7 - лента WS2812B-3

Рис. 3

дыдущее состояние — значит, кнопка с фиксацией, иначе — без фиксации.

**6. Ответ — 0.** Назначение скетча — мигание первого по счёту светодиода в адресной ленте A3 с частотой 1 Гц. В строке 10 задаётся красный цвет излучателя, в строке 12 — чёрный цвет, за который принимается выключенное состояние светодиода.

Общее число светодиодов в ленте указано в строке 3. Для каждого све-

одиода предусматривается отдельная ячейка в массиве **strip[]** (строка 5), причём строго по возрастанию номеров. Следовательно, первый элемент массива обозначается **strip[0]**, последний — **strip[29]**, что и является ответом на вопрос.

**7. Ответ — 1.** Модуль A1 — часы реального времени RTC (Real Time Clock) на микросхеме DS1307. Модуль A3 — ЖКИ с организацией две строки по 16 знакомест с двухпроводным интерфейсом I<sup>2</sup>C.

Как известно, сигналы **SCL**, **SDA** шины I<sup>2</sup>C должны быть нагружены на pull-up резисторы. В рассматриваемой электрической схеме их нет. Следовательно, они находятся или внутри модулей A1, A3, или внутри Arduino.

Внутренние pull-up резисторы AVR-контроллеров, которые применяются в Arduino Uno, интегральные высокоомные с разбросом сопротивления 20...50 кОм. Надеяться на то, что они и только они обеспечат нормальную нагрузку общей шины, нельзя, особенно при высоких скоростях передачи данных и больших распределённых ёмкостях соединительного тракта.

В модулях датчиков Arduino с интерфейсом I<sup>2</sup>C нагрузочные резисторы — встроенные. Их сопротивление обычно рассчитывается на ток замыкания 1 мА по отношению к цепи GND. Как следствие, в пятивольтовых модулях чаще устанавливаются резисторы 4,7 кОм, в трёхвольтовых — 3,3 кОм. Реже, но встречаются резисторы с сопротивлением от 1,5 до 10 кОм.

В модулях A1 и A3 наличие нагрузочных резисторов легко проверить омметром между выводами **SCL**, **VCC** и **SDA**, **VCC**. Если изготовитель решил сэкономить на резисторах (такое не исключается при "перепечатке" продукции фирмами из стран Юго-Восточной Азии), то следует установить их самостоятельно.

**8. Ответ — 1.** Назначение скетча — начальная фиксация времени в модуле A1 (строки 5, 6) и вывод на экран компьютера показаний часов каждую секунду (строки 9—12).

Первичная установка регистров микросхемы RTC модуля A1 задаётся в строке 6 в виде набора чисел: 29, 7, 21, 1, 9, 21, 4. Формат индикации времени указывается в строке 11 в виде набора букв: **d-m-Y, H:i:s, D** (день, месяц, год, часы, минуты, секунды, день недели относительно воскресенья). Напрашивается идея — порядок размещения чисел в строке 6 совпадает с порядком индикации времени в строке 11. Но это ложный ход мысли, который опровергается



изучением библиотеки функций `iarduino_RTC` [4], упомянутой в строке 2.

Для наблюдательных читателей в формулировке вопроса викторины уже заложена прямая подсказка — день 29 июля 2021 года указан средой, но на самом деле это четверг, значит, ответ 0 сразу исключается из списка.

**9** Ответ — 0. Назначение скетча — вывод на экран ЖКИ модуля A3 надписи, состоящей из трёх латинских букв СТО (строка 12) и одного кириллического символа (строка 13). В зависимости от последней буквы общая надпись может иметь разный смысл. Какой именно и предстоит выяснить.

Анализ текста программы показывает, что символ кириллицы формируется в таблице знакогенератора CGROM ЖКИ в виде массива двоичных цифр Z[8] в строках 4—6. Если их расписать сверху вниз блоком пикселей 5×8, получится русская буква Л (рис. 4). В результате получится надпись "СТОЛ".

0	0	1	1	1	0b00111
0	1	0	0	1	0b01001
1	0	0	0	1	0b10001
1	0	0	0	1	0b10001
1	0	0	0	1	0b10001
1	0	0	0	1	0b10001
1	0	0	0	1	0b10001
0	0	0	0	0	0b00000

Рис. 4

**10** Ответ — 1. Модуль A1 — самодельный кнопочный модуль, состоящий из сдвоенной кнопки SB1 и pull-up резисторов R1, R2. Модуль A3 — трёхцветный RGB-светодиод с тремя токоограничивающими резисторами в цепи каждого из выводов R, G, B.

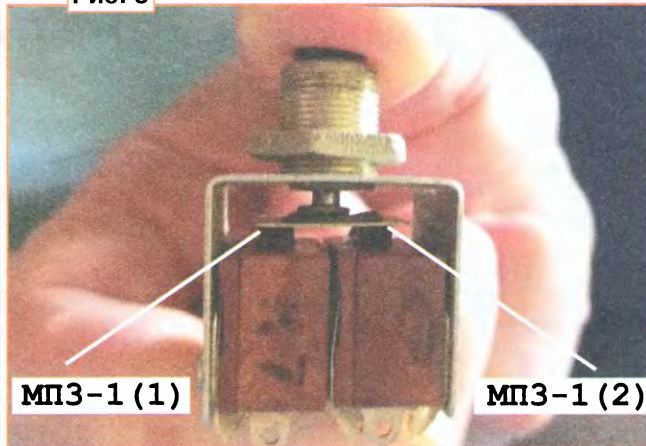
Определить тип RGB-светодиода можно по выводу с маркировкой "—", который является общим для трёх

излучателей. Поскольку он подключается к цепи GND, то в модуле находится светодиод с общим катодом.

Для справки, существуют также модули LED RGB, имеющие светодиод с общим анодом. У них вместо вывода с маркировкой "—" присутствует вывод с маркировкой V, который необходимо подключать к источнику питания +5 В.

**11** Ответ — 1. Назначение скетча — подсчёт числа различ-

Рис. 5



ных состояний двух переключателей кнопки SB1 (строки 7—9) с индикацией результата каждые 2 с (строки 10—13). Под различными имеются в виду состояния, когда логические уровни на входах D2 и D3 Arduino будут противоположными, а именно, лог. 0 и лог. 1 или лог. 1 и лог. 0.

Как известно, кнопка KM2-1 состоит из двух жёстко закреплённых микропереключателей МПЗ-1 (аналоги ПМ22-2). На рис. 5 показан момент неполного нажатия на кнопку KM2-1, когда в деталях можно рассмотреть металлический толкатель, который давит на горизонтальную пластину и дальше — на приводные элементы микропереключателей МПЗ-1(1) и МПЗ-1(2).

Несмотря на кажущуюся идентичность, в конструкцию изначально заложена несимметрия — из-за рельефности пластины, несоосности толкателя, разной высоты установки микропереключателей и разного паспортного усилия их прямого срабатывания — 0,98...2,94 Н.

На практике это означает, что в процессе нажатия на кнопку KM2-1 контакты микропереключателей МПЗ-1 будут замыкаться и размыкаться не одновременно, а по очереди. Соответственно, сигналы на входах D2, D3 Arduino будут немного сдвинуты во времени.

Чем плавнее и медленнее нажатие на кнопку KM2-1, тем больше несин-

хронность и тем большее число несовпадений логических уровней насчитает счётчик `tik` в строке 11. Чем быстрее нажатие на кнопку KM2-1, тем число несовпадений в счётчике `tik` меньше.

Рассматриваемый скетч можно использовать для отбора кнопок KM2-1 по максимальной синхронности включения контактных групп. Какой из двух микропереключателей МПЗ-1 включается раньше, можно определить на слух, если очень и очень медленно нажимать на толкатель кнопки до появления одного, а затем второго щелчков.

**12** Ответ — 0. Назначение скетча — начальное конфигурирование выводов D9—D11 Arduino (строки 2—8) и установка методом ШИМ требуемого цветового оттенка RGB-светодиода, входящего в модуль A3 (строки 11—13).

Плата Arduino UNO может формировать на своих выходах D3, D5, D6, D9—D11 сигналы ШИМ, которые вследствие инерционности зрения человека можно использовать для плавной регулировки яркости светодиодов.

В модуле A3 применяется трёхцветный RGB-светодиод. Яркости свечения его излучателей при методе управления ШИМ определяются числами 0—255, которые вводятся в операторы `analogWrite()`. Ноль означает минимум, а 255 — максимум яркости.

Если выключить зелёный и включить на полную яркость красный и синий излучатели, то получится пурпурный цвет свечения (англ. Magenta). То, что числа яркости в строках 11 и 13 отличаются от максимальных 255, не должно смущать. Цветовая смесь в пропорции R:G:B=226:0:122 соответствует так называемому типографскому цвету Process Magenta, используемому в системе цветопередачи CMYK.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Филтруется сигнал акселерометру. — URL: <https://arduino.ua/art172-filtrymo-signal-akselometry> (08.09.21).
2. Мусияка В. Комнатный термометр на Arduino и WS2812B. — Радио, 2017, № 7, с. 52, 53.
3. Сенсорная кнопка выключатель для Arduino TouchPad Модуль M294.x. — URL: <http://radio-kit.com/image/catalog/pdf/M-294.x.pdf> (08.09.21).
4. iarduino\_RTC. — URL: [https://github.com/iarduino/iarduino\\_RTC](https://github.com/iarduino/iarduino_RTC) (08.09.21).



## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2021 год

Первое число после названия статьи обозначает номер журнала, второе — страницу (начало статьи). Материалы рубрик "Обмен опытом" и "Дополнение к напечатанному" ("Наша консультация", "Обратите внимание") включены в соответствующие тематические разделы содержания.

Уважаемые читатели! .....	1
К дню Победы. Константин Константинович	
Квашнин. <b>С. Мишенков</b> .....	5

Иван Александрович и Василий Александрович	
Шамшины. <b>С. Мишенков</b> .....	11
	7,
	2-я с.
	обл.

### ИЗ ИСТОРИИ РАДИО

Из истории радиоэлектроники. Через тернии — к микросхемам. Часть 1. <b>А. Чечнев</b> .....	6
Из истории радиоэлектроники. Через тернии — к микросхемам. Часть 2. <b>А. Чечнев</b> .....	10
Музей "История электросвязи и вычислительной техники". <b>О. Разин</b> .....	10

Новый мир CES'2021. <b>А. Голышко</b> .....	3
Лучший звук с изображением. <b>К. Миллер</b> .....	7
Связь 2021 .....	7
	3-я с.
	обл.

### ВЫСТАВКИ

### ВИДЕОТЕХНИКА

Широкополосная треугольно-петлевая антенна для эфирного телевидения. <b>В. Милкин, В. Лебедев, А. Шульженко, В. Логачёв</b> .....	6
	15

### ЗВУКОТЕХНИКА

Экспериментальный "Аудиокупол". <b>П. Лисютин</b> .....	1
Параметры и модель микросхем TDA7294 и TDA7293. <b>И. Рогов</b> .....	2
Метод настройки АЧХ фазоинвертора. <b>Л. Костырко</b> .....	2
УМЗЧ на лампе ГМ70. <b>В. Федосов</b> .....	3
Высококачественный транзисторный усилитель. <b>А. Соколов</b> .....	3
Предварительный УЗЧ с токовым выходом. <b>А. Соколов</b> .....	4
Источник питания для УМЗЧ на лампе ГМ70. <b>В. Федосов</b> .....	4
Устройство защиты АС от постоянного напряжения на выходе УМЗЧ. <b>А. Соколов</b> .....	5
Коррекция параметров электродинамических головок. <b>Л. Костырко</b> .....	6
Стерефонический УМЗЧ на лампах 6С33С. <b>Д. Панкратьев</b> .....	6
	7
"Усилитель ЗЧ с полевыми транзисторами". <b>С. Якимов</b> .....	7
Измерительный микрофон ИМ-07. <b>Н. Шиянов</b> .....	8
Темброблок с Wi-Fi ДУ через Web-интерфейс. <b>Д. Панкратьев</b> .....	8
Доработка магнитофона-приставки "МАЯК-231 стерео". <b>С. Глибин</b> .....	8
Доработка аудиопроигрывателя Breeze Audio Dv20a (AK4495). <b>М. Наумов</b> .....	10
Простейший высококачественный УМЗЧ в компьютере. <b>Л. Костырко</b> .....	11
	27

### НАУКА И ТЕХНИКА

21-й век, 21-й год. <b>А. Голышко</b> .....	1
МЭИНС—МВТУ—МУКС—МЭИС—МИИС—МЭИС—МИС—МТУСИ — 100 лет. <b>С. Мишенков</b> .....	1
	2
Копируя себя. <b>А. Голышко</b> .....	2
За разумное манипулирование разумом! <b>А. Голышко</b> .....	4
Снова за горизонт, часть первая. <b>А. Голышко</b> .....	5
Снова за горизонт, часть вторая. <b>А. Голышко</b> .....	6
Интеллектуально управляя Поднебесной. <b>А. Голышко</b> .....	7
Если завтра война... <b>А. Голышко</b> .....	8
И далее на водороде?... <b>А. Голышко</b> .....	9
NetX 2025: опять сети будущего. <b>А. Голышко</b> .....	10
Презентация "будущего". <b>А. Голышко</b> .....	11
Вперёд к семёрке и далее! <b>А. Голышко</b> .....	12

Радиолюбительские проекты на МКС. <b>О. Артемьев, С. Самбуков, С. Емельянов, О. Ларина, Е. Шиланков, Е. Титенко, С. Фролов, Д. Добросердов, Д. Зарубин, А. Щитов</b> .....	4
	7,
	2-я с.
	обл.

Развитие и продукты российской компании "Альтоника". <b>Ю. Петропавловский</b> .....	8
	7,
	2-я с.
	обл.





Простой усилитель звуковой частоты. <b>В. Барinov</b> .....	12	14
--	----	----

#### Дополнения к статьям

<b>Глибин С.</b> Доработка магнитофона-приставки "МАЯК-231 стерео" ("Радио", 2021, № 8, с. 19—25). Расположение элементов на печатных платах .....	9	54
<b>Соколов А.</b> Предварительный УЗЧ с токовым выходом ("Радио", 2021, № 4, с. 21—23). Печатная плата .....	11	46

#### РАДИОПРИЁМ

Новости вещания. <b>В. Гуляев</b> .....	1	11,
см. также 2—12, 3—8, 4—19, 5—11, 6—13, 8—26, 9—7, 10—7, 11—22, 12—7		

#### ИЗМЕРЕНИЯ

Цифровой миллиомметр с ЖКИ или OLED-индикатором. <b>А. Кузьминов</b> .....	2	33, 2-я и 3-я с. обл.
Лабораторный RC-генератор с перестройкой КПЕ. <b>Б. Демченко</b> .....	3	19
Метод измерения добротности и других параметров контура. <b>И. Богатырёв, В. Доценко</b> .....	3	21
Измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с защитой в формате пробника. <b>Б. Балаев</b> .....	4	17
Синтезатор частоты на PIC18F252 и модуле Si5351A. <b>В. Турчанинов</b> .....	5	22
Щуп-пробник светодиодов и светодиодных матриц. <b>И. Нечаев</b> .....	5	28, 3-я с. обл.
Малогобаритная электронная нагрузка мощностью до 480 Вт. <b>Ю. Булычев</b> .....	5	31
Многофункциональный измеритель RLC. <b>А. Дымов</b> .....	6	25, 2-я с. обл.
Осциллографическая приставка к VGA-монитору. <b>В. Попов</b> .....	6	30
Пинцет-приставка к измерительному прибору. <b>Д. Захаров</b> .....	7	19
Вариант малогобаритного вольтметра. <b>А. Шумилов</b> .....	9	14
Делители напряжения с большим коэффициентом деления для осциллографа C1-94. <b>А. Вишневский</b> .....	10	29
Электронный attenuator осциллографа с кнопочным управлением. <b>Б. Демченко</b> .....	11	25
Частотомер на микроконтроллере PIC18F252. <b>В. Турчанинов</b> .....	12	21
Измеритель магнитной индукции ИМИ-02. <b>Н. Шиянов</b> .....	12	25

#### Дополнения к статьям

<b>Молоков Д.</b> Мультиметр на АЦП AD7705 ("Радио", 2020, № 12, с. 28—32). Полярность диодов на схеме рис. 1 в статье необходимо изменить на противоположную. Исправления в тексте .....	3	46
---	---	----

#### КОМПЬЮТЕРЫ

КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач. <b>И. Решетников</b> .....	1	25, 2-я с. обл.
Стенд для проверки компьютерных блоков питания. <b>В. Платоненко</b> .....	4	12
Блокчейн для всех. <b>Ю. Шомников</b> .....	8	29

#### Дополнения к статьям

<b>Решетников И.</b> КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач ("Радио", 2021, № 3, с. 28—33). Ошибка в табл. 9 .....	11	46
---	----	----

#### МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Ускорение вывода информации на TFT-дисплей у контроллеров ATmega. <b>С. Свечихин</b> .....	7	34
Универсальная плата-адаптер для AVR микроконтроллеров и программаторов Громова и USBASP. <b>С. Рычихин</b> .....	10	52

#### РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

Двухпороговые компараторы на логических элементах. <b>А. Староверов</b> .....	1	14
Микроконтроллер управляет мощными МОП-транзисторами. <b>Ю. Булычев</b> .....	3	26
Индикатор на двухпороговом компараторе. <b>И. Нечаев</b> .....	5	15
Узлы сравнения для компараторов на логических элементах. <b>А. Мельников</b> .....	6	34
Индуктивный датчик перемещения 555. <b>И. Богатырёв, В. Доценко</b> .....	7	47
Симулятор термопар. <b>Ю. Булычев</b> .....	9	9
Использование обратной связи в сервоприводе SG90. <b>Д. Мамичев</b> .....	9	11
Симулятор резольвера. <b>Ю. Булычев</b> .....	10	48

#### РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Модернизация импульсного паяльника "Зубр". <b>В. Кибя</b> .....	1	46
Сверлильный станочек для карбид-вольфрамовых свёрл. <b>В. Иволгин</b> .....	8	28

Аппарат для контактной сварки. <b>В. Киба</b> .....	10
Третья жизнь паяльной станции "Термит". <b>А. Куреня</b> .....	12
Устройство управления электродвигателем сверлилки печатных плат. <b>В. Афонин</b> .....	12

## ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Барометрический высотомер для модели ракеты. <b>О. Ильин</b> .....	1
Устройство плавного включения ламп накаливания с функцией регулирования яркости. <b>А. Мельников</b> .....	1
Автономный автоматический рукомоинк. <b>Д. Лекомцев</b> .....	1
Простой барограф-2. <b>С. Свечихин</b> .....	1
Простой барограф-3. <b>С. Свечихин</b> .....	9
Контрольно-сигнальное устройство. <b>А. Мельников</b> .....	2
Стробоскоп на светодиодных модулях F6040. <b>И. Нечаев</b> .....	2
Простой таймер для мощной бытовой нагрузки. <b>Д. Панкратьев</b> .....	2
Двухрежимный суточный таймер с отложенным временем запуска. <b>Г. Нюхтилин</b> .....	3
Индикатор положения сетевого выключателя. <b>А. Мельников</b> .....	3
Индикатор радиоактивности — на основе зажигалки для газовой плиты. <b>И. Нечаев</b> .....	3
Доработка настольных цифровых часов. <b>А. Бутов</b> .....	3
Автоматика откатных ворот. <b>В. Киба</b> .....	4
Доработка устройства дистанционного управления. <b>А. Мельников</b> .....	4
Электронный выключатель, управляемый одной кнопкой. <b>А. Мельников</b> .....	5
Система автоматического полива для дачного участка. <b>Г. Мартынов</b> .....	6
Термопот Scarlett SC-ET10D02 и его ремонт. <b>А. Паньшин</b> .....	7
Светосигнальное устройство. <b>А. Мельников</b> .....	7
Прибор для проверки сервоприводов дистанционно управляемых моделей. <b>О. Ильин</b> .....	7
Таймер с независимой установкой режимов "Пауза" и "Работа". <b>И. Нечаев</b> .....	8
"Низковольтный автоматический инкубатор". <b>А. Корнев</b> .....	8
Сетевой удлинитель с ночником. <b>А. Бутов</b> .....	8
Индикатор поля диапазона 2,4 ГГц. <b>А. Дымов</b> .....	8
Модернизация фонаря "Электроника В6-03" с помощью готовых модулей. <b>В. Макаров</b> .....	9
"Вредный" эффект Миллера в таймерах. <b>Г. Басов</b> .....	9
Прибор охранно-пожарной сигнализации. <b>С. Долганов</b> .....	9
Программируемый модуль для применения в быту. <b>Д. Петрухин</b> .....	9
Устройство защиты холодильника. <b>Е. Герасимов</b> .....	9
Часы-будильник на PIC16F690 и ультраярких светодиодных индикаторах. <b>А. Пурынычев</b> .....	9
Сенсорный выключатель с таймером на основе модуля C005. <b>И. Нечаев</b> .....	9
Блок управления насосом для автономной автоматической стиральной машины. <b>Ю. Мартынюк</b> .....	9
"Программируемый логический контроллер для бытовой автоматики". <b>И. Решетников</b> .....	9
Портативный монитор окиси азота в выдыхаемом воздухе. <b>А. Корнев</b> .....	9
Стиральная машина Zanussi — схемотехника и новый код для программирования. <b>Ю. Булычев</b> .....	9
Использование устройства UD для управления рулонными шторами. <b>М. Антонов</b> .....	9
Таймер для мощной нагрузки. <b>И. Нечаев</b> .....	10

Ограничитель напряжения сети для электронной аппаратуры. <b>А. Васильев</b> .....	10
Устройство для накала свечи микродвигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием-2. <b>О. Ильин</b> .....	10
ЦМУ с широкими функциональными возможностями: канал фона. <b>И. Решетников</b> .....	11
Стробоскоп для домашней вечеринки из деталей фотоаппарата. <b>И. Нечаев</b> .....	11
Регулятор для мощного нагревателя. <b>А. Мельников</b> .....	11
Шифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. <b>О. Ильин</b> .....	12
Пробник высоковольтных светодиодных матриц. <b>И. Нечаев</b> .....	12
Электронные часы с высотой знака 12 см. <b>В. Гнийтиев</b> .....	12
Управление симистором с помощью геркона. <b>С. Бирюков</b> .....	12
Светодиодные часы с индикатором радиоактивности. <b>А. Соловьёв</b> .....	12
Электронный ключ управления электромагнитом. <b>А. Мельников</b> .....	12

## Дополнения к статьям

<b>Гетте А.</b> Замена реле давления РДМ-5 в системе водоснабжения частного дома ("Радио", 2020, № 11, с. 41—43). Корректировка программы для микроконтроллера .....	9
<b>Ильин О.</b> Селектор-формирователь импульсов заданной длительности для системы дистанционного управления моделями ("Радио", 2020, № 12, с. 39—41). Печатная плата .....	3
<b>Мартынов Г.</b> Система автоматического полива для дачного участка ("Радио", 2021, № 6, с. 37, 38). Ошибка на схеме. Дополнение к статье .....	9
<b>Мартынюк Ю.</b> Блок управления насосом для автономной автоматической стиральной машины ("Радио", 2021, № 9, с. 40, 41). Печатная плата .....	11
<b>Панкратьев Д.</b> Web-интерфейс Wi-Fi ДУ на модуле NodeMCU ("Радио", 2020, № 12, с. 44—47). Печатная плата .....	3
<b>Панкратьев Д.</b> Простой таймер для мощной бытовой нагрузки ("Радио", 2021, № 2, с. 47, 48). Печатная плата .....	9
<b>Паньшин А.</b> Термопот Scarlett SC-ET10D02 и его ремонт ("Радио", 2021, № 7, с. 35—39). Ошибка в тексте .....	9
<b>Свечихин С.</b> Простой барограф ("Радио", 2020, № 12, с. 41—44). Печатные платы .....	1

2-я с.  
обл.

## ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Восстановление автомобильных аккумуляторных батарей. <b>В. Дьяченко</b> .....	1
Доработка реле указателя поворотов для автомобиля. <b>П. Алалуев</b> .....	3
Адаптер тахометра для системы охранной сигнализации StarLine A93. <b>Ю. Булычев</b> .....	6
Защита автосигнализации от провалов напряжения в борсети. <b>Ю. Булычев</b> .....	7
Система обогрева лобового стекла ВАЗ-2190. <b>Е. Уфимцев</b> .....	9
Цифровая приборная панель автомобиля. <b>В. Киба</b> .....	11
Сигнализатор превышения скорости. <b>Ю. Булычев</b> .....	11

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Используем элемент питания почти полностью. <b>И. Нечаев</b> .....	1
Маломощный ИБП с выходным напряжением 5 В. <b>М. Ткачук</b> .....	1



Восстановление автомобильных аккумуляторных батарей. <b>В. Дьяченко</b> .....	1	21
ЗУ для Li-Ion и Li-FePO <sub>4</sub> аккумуляторов малых типовразмеров. <b>И. Нечаев</b> .....	3	22
"Крона" из Li-polimer аккумуляторов. <b>В. Макаров</b> .....	3	24, 2-я с. обл.

Стенд для проверки компьютерных блоков питания. <b>В. Платоненко</b> .....	4	12
Регулятор мощности паяльника 36 В на МК AT90S1200. <b>С. Рычихин</b> .....	4	32
ЗУ на основе модуля питания светодиодов. <b>И. Нечаев</b> .....	4	38, 3-я с. обл.

Двухполярный стабилизатор напряжения для УМЗЧ. <b>М. Муравцев</b> .....	4	40
Устройство защиты АКБ и ЗУ от переплюсовки. <b>А. Ваганов</b> .....	5	17
Использование в шуруповёрте Li-Ion аккумуляторов. <b>В. Киба</b> .....	5	19
Доработка индикатора напряжения в автотрансформаторе АРБ-400 "Эльво". <b>А. Вишневский</b> .....	5	20
Высоковольтный источник питания. <b>Н. Салимов</b> .....	6	18
Улучшенный вариант источника бесперебойного питания на 5 В. <b>М. Ткачук</b> .....	8	34
Необычное использование аудиоусилителя LM1875T. <b>А. Кузьминов</b> .....	10	34
Измеритель ёмкости Li-Ion аккумуляторов на микроконтроллере PIC16F873A. <b>В. Турчанинов</b> .....	10	42
ЛАТР + стабилизатор переменного напряжения. <b>В. Киба</b> .....	12	10
Зарядное устройство ... из кубиков. <b>С. Бирюков</b> .....	12	13

#### Дополнения к статьям

<b>Малышев А.</b> Автоматическое четырёхканальное зарядно-разрядное устройство ("Радио", 2012, № 10, с. 26—28, № 11, с. 19—21). Таблица символов, выводимых на ЖКИ.....	4	48
<b>Ткачук М.</b> Маломощный ИБП с выходным напряжением 5 В ("Радио", 2021, № 1, с. 19—21). Печатная плата.....	4	48

#### "РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

Двухполярный преобразователь напряжения на BL8530. <b>И. Нечаев</b> .....	1	53
Ночник "Лампа накаливания". <b>И. Нечаев</b> .....	2	59
Аккумулятор в электромеханическом фонаре. <b>И. Нечаев</b> .....	3	58
"Вторая жизнь" модулей защиты Li-Ion аккумуляторов. <b>И. Нечаев</b> .....	4	61
Квартирный звонок с мелодичным звучанием. <b>К. Борисевич</b> .....	5	55
Устройство управления вентилятором и нагревателем. <b>С. Гусев</b> .....	6	53
Модуль таймера C005 и конструкции на его основе. <b>И. Нечаев</b> .....	6	58
Управление вентилятором охладителя процессора ПК. <b>А. Лапатский</b> .....	7	61
Регулятор скорости вращения USB-вентилятора. <b>П. Юдин</b> .....	7	62
Плавное включение/выключение светодиодных лент от датчика движения. <b>Г. Басов</b> , <b>С. Исаков</b> .....	8	61
Ограничитель зарядки аккумулятора от солнечной батареи. <b>И. Нечаев</b> .....	9	62
Светодиодная свеча — почти как настоящая. <b>И. Нечаев</b> .....	10	57

Выключатель-таймер для цифрового мультиметра. <b>А. Мельников</b> .....	10	61
Релейный дистанционный переключатель с функцией памяти. <b>А. Ваганов</b> .....	11	57
Питание "запасного домашнего" мультиметра серии M-83x. <b>И. Нечаев</b> .....	11	58
Вариант светодиодной мигалки. <b>А. Шумилов</b> .....	11	60
Простой преобразователь напряжения — замена "Кроны" в мультиметре. <b>И. Нечаев</b> .....	12	55

\* \* \*

Доработка таймера ТЭ-16. <b>А. Мельников</b> .....	3	53
--	---	----

\* \* \*

Мой первый робот. Робототехническая платформа для обучения микроэлектронике и робототехнике. <b>С. Прилепин</b> .....	1	56
Редактор анимации для игрушки Bluechicken. <b>Д. Мамичев</b> .....	1	63
Программирование микроконтроллеров серии PIC для начинающих. <b>А. Карпачев</b> .....	2	55
	3	55
	4	55
	5	51
Arduino и Processing — реальное и виртуальное. <b>Д. Мамичев</b> .....	2	60
Гексапод на Arduino Nano и 12 сервоприводах. <b>Д. Мамичев</b> .....	3	61
Робот-гуманоид REY 2021 на Arduino Pro mini. <b>Д. Мамичев</b> .....	5	60
Робот-гуманоид REY 2021 на Arduino Pro mini — управление. <b>Д. Мамичев</b> .....	6	55
Электронно-механическое цифровое табло. <b>Д. Мамичев</b> .....	7	58
Игрушка-имитация "Цифровая фоторамка". <b>Д. Мамичев</b> .....	8	59
Комнатohод на Arduino Pro mini. <b>Д. Мамичев</b> .....	9	59
Графическое представление данных на миниатюрном дисплее. <b>Д. Мамичев</b> .....	10	59
Тематические часы на модуле DS3231. <b>Д. Мамичев</b> .....	11	62
Электронные шары для ёлки. <b>Д. Мамичев</b> .....	12	51

\* \* \*

Викторина "Arduino: программная часть-2". <b>С. Рюмик</b> .....	1	54
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-2". <b>С. Рюмик</b> .....	2	62
Викторина "Arduino: программная часть-3". <b>С. Рюмик</b> .....	3	63
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-3". <b>С. Рюмик</b> .....	4	62
Викторина "Arduino: программная часть-4". <b>С. Рюмик</b> .....	5	63
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-4". <b>С. Рюмик</b> .....	6	63
Викторина "Arduino: программная часть-5". <b>С. Рюмик</b> .....	7	63
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-5". <b>С. Рюмик</b> .....	8	62
Викторина "Arduino: программная часть-6". <b>С. Рюмик</b> .....	9	63
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-6". <b>С. Рюмик</b> .....	10	63
Викторина "Arduino: программная часть-7". <b>С. Рюмик</b> .....	11	63
Ответы на викторину "Arduino: программная часть-7". <b>С. Рюмик</b> .....	12	57

#### Дополнения к статьям

<b>Мамичев Д.</b> Новогодняя гирлянда на Arduino Pro mini ("Радио", 2020, № 12, с. 56). Печатная плата.....	1	48
---	---	----

Носовец А., Яндулкин И. Новогодняя ёлочка со светодиодными гирляндами ("Радио", 2018, № 11, с. 61—64). Ошибка в схеме .....	11
Шамсиев Р. Простое ЦМУ на основе реверсивного счётчика ("Радио", 2020, № 11, с. 59, 60). Печатная плата .....	4

## "РАДИО" — О СВЯЗИ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби (2021 год).

Г. Члиянц .....	1
Василий Васильевич Ходов — создатель системы коротковолновой связи в Арктике. М. Каверин .....	1
R1UA — "пионер" коротковолнового движения. Г. Члиянц .....	2
Фёдор Давыдов (O3RA) — один из первых коротковолнников. Г. Члиянц .....	3
Владимир Емельянович Круглов (EU2BV). М. Каверин .....	3
Евгений Николаевич Силов — участник челюскинской спасательной операции. М. Каверин .....	4
Первые нелегальные "коллективки" (1925—1926 гг.). Г. Члиянц .....	4
Радиолобительское движение в Севастополе. Л. Пузанков .....	5
"Нелегальный" позывной — as0VG (1927 г.). Г. Члиянц .....	5
Юбилейные воспоминания. А. Борзенков .....	6
Короткие волны в Арктике. Начало. М. Каверин .....	6
Евгений Андреев (R1WA) — ещё один "нелегал" (1926—1927 гг.). Г. Члиянц .....	6
Александр Кожевников (R1AK) — коротковолнник 1926—1933 гг. Г. Члиянц .....	7
Космическая Одиссея. А. Макевкин .....	7

Юбилей коллективной школьной радиостанции.

А. Ефанов .....	8
RA03 — лучшая "коллективка" двадцатых годов. Г. Члиянц .....	8
Необходимо развивать культуру гражданской радиосвязи на КВ. Е. Слодкевич .....	8
Павел Александрович Гиляров (O8RA) — ещё одна жертва репрессий 1937—1938 гг. Г. Члиянц .....	9
К 40-летию события. Экспедиция "Метелица" (1981 г.). Г. Члиянц .....	9

Погодный радиоинформатор. Е. Слодкевич .....	9
Юбилей ветерана! Г. Члиянц .....	10
Николай Фёдорович Купревич (11RA) — один из первых коротковолнников Сибири. Г. Члиянц .....	10
С. Э. Хайкин и развитие любительской радиосвязи. Г. Члиянц .....	11
Владислав Гржибовский (13RA) — один из первых коротковолнников страны. Г. Члиянц .....	11
Василий Салтыков — известный довоенный коротковолнник-активист. Г. Члиянц .....	12
Радиоавтопробег "Углич-Карелия". Е. Слодкевич .....	12

\* \* \*

Новости CPP .....	3
-------------------	---

\* \* \*

Итоги Russian "RADIO" RTTY Contest 2020 .....	4	49
Мемориал "Память" — 2020 .....	5	45
"Старый Новый год 2021" — итоги .....	6	45, 3-я с. обл.

YL-OM CONTEST 2021 — итоги .....	7	51
Мемориал А. С. Попова — итоги .....	8	53, 3-я с. обл.

Итоги Russian "RADIO" RTTY Contest 2021 .....	12	47, 2-я с. обл.
---	----	-----------------

\* \* \*

Блок входных диапазонных фильтров на ферритовых кольцах для КВ-трансивера. В. Денисов .....	2	52
Усилитель мощности КВ-диапазона 20 метров. Ю. Меркулов .....	3	51
Использование смартфона с ОС Android на коротких волнах. Е. Слодкевич, Д. Кукелькорн .....	4	53
Универсальный интерфейс для цифровых видов связи. Е. Алферов .....	6	50
Космический приёмник любительского ДВ-диапазона 136 кГц. А. Кудрявцев .....	11	49

## НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

Беспроводные сенсорные сети. Учебное пособие для вузов/Б. Я. Лихтциндер, Р. В. Киричек, Е. Д. Федотов и др. Под общей редакцией Б. Я. Лихтциндера. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020 .....	3	10
Волхонский В. В. Системы телевизионного наблюдения: основы проектирования и применения. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020 .....	11	45
Ворона В. А. Схемы и элементы цифровых радиопередающих устройств. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021 .....	12	44
Каганов В. И. Солнечная энергетика. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021 .....	10	54
Меркулов А. Г., Шкарин Ю. П., Романов С. Е., Харламов В. А., Назаров Ю. В. Цифровые каналы высокочастотной связи. — М.: Горячая линия — Телеком, 2019 .....	6	20
Пескин А. Е., Смирнов А. В., Тюхтин М. Ф. Телевидение и Интернет/Под ред. канд. техн. наук А. В. Балобанова. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020 .....	10	54
Шакин В. Н., Семёнова Т. И., Фриск В. В. Базовые средства математического пакета Scilab. Учебник для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020 .....	1	47
Шаров Г. А. Основы теории сигналов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021 .....	2	7

Редакторы: И. Нечаев ("Наука и техника", "Видеотехника", "Радиоприём", "Звукотехника", "Измерения", "Компьютеры", "Радиолобительско-конструктору", "Радиолобительская технология", "Прикладная электроника", "Источники питания", "Дополнение к напечатанному", "Радио" — начинающим, "Радио" — о связи"), Н. Нечаева ("Радиолобительско-конструктору", "Радио" — начинающим), В. Чуднов ("Наука и техника", "Видеотехника", "Звукотехника", "Микропроцессорная техника", "Компьютеры", "Источники питания", "Прикладная электроника", "Радио" — о связи").

В оформлении журнала участвовали Е. Герасимова, В. Мусияка.



**ВНИМАНИЕ! ИЗМЕНИЛИСЬ ПЛАТЁЖНЫЕ РЕКВИЗИТЫ!**

**ЖУРНАЛ**  
**РАДИО**  
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

**Платежные реквизиты:**  
Получатель:  
АНО "Редакция журнала "Радио"  
ИНН 7708187140,  
р/с 40703810538090108833 в  
в ПАО Сбербанк г. Москва,  
К/с 30101810400000000225,  
БИК 044525225,  
КПП 770801001.

Цена одного номера журнала 2022 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке  
в редакции — **430 руб.**

Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки): физические лица — 2400 руб., юридические лица — 2760 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 3000 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 4500 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2950 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 4200 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие по согласованию.

**+7 (495) 607-77-28      [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)**



**Подписаться на журнал "Радио" на первое полугодие 2022 года можно во всех почтовых отделениях связи.**

### Подписные индексы журнала по каталогам:

**Официальный каталог Почты России П4014**  
**КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032**



# Электронные шары для ёлки

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

(см. статью на с. 51)

# 2022

## Январь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Февраль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28					

## Март

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

## Апрель

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

## Май

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Июнь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

## Июль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

## Август

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Сентябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

## Октябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Ноябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

## Декабрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						