

8 • 2024

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



24008  
 ISSN-0033-765X  
 9 770033 765009

8

2024



### Самодельный приемник с диапазоном волн от 330 до 1500 мт.

Ис. С. И. Шаповалов

Дальнейшее развитие радиотехники требует создания приемника, способного работать в широком диапазоне волн от 330 до 1500 мт. В настоящее время наиболее совершенные приемники имеют диапазон волн от 330 до 1500 мт. Приемник, описанный в этой статье, отличается от подобных ему тем, что имеет более широкий диапазон волн и более высокую чувствительность. Приемник состоит из антенны, усилителя сигнала, детектора, усилителя звуковой частоты и громкоговорителя.



## ШАГ ЗА ШАГОМ

ОТ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА ДО СУПЕРГЕТЕРОДИНА

Первый шаг — детектор. Приемник должен быть способен работать в широком диапазоне волн. Для этого необходимо использовать супергетеродинную схему, которая обеспечивает высокую чувствительность и избирательность.

### КОРОТКОВОЛНОВЫЙ ТРАНСИВЕР

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автоматический контроль мощности (АКМ) и автоматическая регулировка усиления (АРУ) обеспечивают стабильную работу трансивера в различных условиях эксплуатации.

### РАДИО НАЧИНАЮЩИМ

КОМПЬЮТЕР В ДОМАШНЕЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ

И. ГРИГОРЬЕВ, г. Калинин Московской обл.

IBM PC — первое знакомство с электроникой.

### РАДИО-60

РАДИОПРИЕМНИК

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Синхронный АМ приемник

### СИМИСТОРНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ МОЩНОСТИ

С. СИРЯКОВ, г. Москва

Использование симисторов в регуляторах мощности позволяет эффективно управлять нагрузкой в широком диапазоне мощностей.

### КАРМАННЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Компактный и удобный в использовании карманный приемник для любителей радиослушания.

### «УНЖА» НА ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ РАДИОСТАНЦИИ

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Универсальный усилитель низкой частоты (УНЧ) для любительских радиостанций.

### Простой искатель скрытой проводки без источника питания

И. ПОДУШКИН, г. Москва

Устройство позволяет обнаруживать скрытую проводку без необходимости подключения к источнику питания.

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

ОСНОВНОЙ БЛОК

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Комплекс измерительных приборов для измерения параметров электронных схем.

### Широкодиапазонный АМ-приемник «Вестник»

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автоматический контроль мощности (АКМ) и автоматическая регулировка усиления (АРУ) обеспечивают стабильную работу приемника.

### Беседы о звуке

С. МИЩЕВ, д-р техн. наук, г. Москва

Материал посвящен вопросам качества звука, акустики и выбора аудиотехники.

### Шаги в будущее: будущее науки

Александр ГОМЫЛОВ, канд. техн. наук, г. Москва

Обзор современных научных достижений и перспектив развития техники.

### «ТРЕТЬЕ УХО»

С. ИИЯ

Интересные факты о слухе и восприятии звука человеком.

### Цифровой кодовый замок с ИК ключом

А. БАШИНОВ, С. БАШИНОВ, г. Москва

Современное устройство для защиты помещений с использованием инфракрасного излучения.

### Радиоприемник на кристаллическом триоде

А. КОТ

Высококачественный приемник с использованием кристаллического триода.

### Измеритель ёмкости и ЭПС оксидных конденсаторов — приставка к мультиметру

С. ГЛЫБИЧ, г. Москва

Приставка для измерения емкости и диэлектрической проницаемости оксидных конденсаторов.

### ТРАНСИВЕР РАДИО-76

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Современный трансивер для любительского радиослушания.

### АЗБУКА РАДИОСХЕМ

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Основы радиотехники и принципы построения простых схем.

### РАДИО-60

ЗВУКОУСИЛИТЕЛЬ

С. СИРЯКОВ, г. Москва

Усилитель мощности на интегральных микросхемах.

### Двухламповый «послушней»

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Классический приемник на двух электронных лампах.

### Шаги в РАДИОТЕХНИКУ И ЭЛЕКТРОНИКУ

В. БОЛДЫЖ, г. Ленинград

Обзор основных направлений развития радиотехники и электроники.

### Результаты автономного космического похода интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента «РадиоСкаф»

О. АРТЕМЬЕВ, канд. техн. наук, Звездный городок Московской обл., С. САВЕРЬЮВ, г. Калинин Московской обл., Е. ШИЛЬДЕР, канд. техн. наук, С. ФРОЛОВ, канд. техн. наук, А. ШИТОВ, г. Курск

Отчет о результатах эксперимента по передаче радиосигналов из космоса.

### ЖУРНАЛ РАДИО 100 лет

100 лет изданию журнала «Радио» — символ развития радиотехники.



# КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

С каждым днем все больше людей интересуется радиоделом. Это не случайно. Радио — это искусство, которое требует внимания и терпения. В этой статье мы расскажем, как правильно читать радиосхемы, чтобы избежать ошибок и добиться наилучших результатов.

3. Бурдakov

## Q-умножитель для трансивера

Ворис СТЕПАНОВ (RU3AA), г. Москва

С целью улучшения качества приема радиостанций, работающих в диапазоне 1,8-2,8 МГц, автором разработана схема Q-умножителя. Она позволяет повысить селективность приемника и снизить уровень помех.

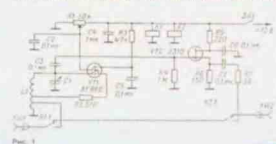


Рис. 1

## ДЕТЕКТОР ДЛЯ ПРИЕМА SSB

В. Чаплин (ex SV8U)

Одним из способов приема односторонней радиосвязи является прием SSB (Single Side Band). Для этого требуется специальный детектор, который способен выделять полезный сигнал из принятого сигнала.



## Простой динамический усилитель

В. Чаплин (ex SV8U)

Динамический усилитель предназначен для усиления сигнала от микрофона или другого источника. Он обеспечивает высокое качество звука и хорошую устойчивость к помехам.

## УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

В. Чаплин (ex SV8U)

Усилители для акустических систем с обратной связью позволяют улучшить качество звучания и снизить уровень искажений. Они широко используются в профессиональной аудиотехнике.

## Синтезатор частоты на PIC18F252 и модуле S15351A

В. Турчинов, г. Санкт-Петербург, Крым

Автор предлагает выносной частотный синтезатор частоты на основе микроконтроллера PIC18F252 и модуля S15351A. Данное устройство позволяет точно задавать частоту сигнала.

## Использование портов ввода-вывода GPIO микрокомпьютера Raspberry Pi

А. Шитов, г. Антверпен, Нидерланды

В журнале "Радио" были опубликованы статьи об использовании портов ввода-вывода GPIO микрокомпьютера Raspberry Pi. Эти статьи помогли многим радиолюбителям освоить работу с этим популярным устройством.

## РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

Радиоловительские спутники Земли используются для связи, навигации и научных исследований. Они представляют собой важный элемент современной радиотехники.

## СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

Спутники Земли играют важную роль в различных областях науки и техники. Они позволяют получать данные с больших расстояний и в труднодоступных местах.

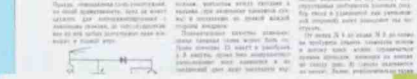
## Персональный радиоловительский компьютер Радио-ВЕРИ

Этот компьютер предназначен для приема и обработки радиосигналов. Он имеет высокую производительность и широкий диапазон частот.

Архитектура компьютера позволяет легко интегрировать различные модули и устройства. Это делает его универсальным инструментом для радиолюбителей.

## ПРИЕМНИК-ДЕТЕКТОР

Простая экспериментальная детекторная панель для приема радиосигналов. Она проста в изготовлении и эффективна в работе.



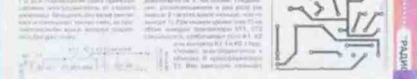
## Преобразователь напряжения для ЗУ сотовых телефонов

Этот преобразователь предназначен для питания зарядных устройств от аккумуляторов сотовых телефонов. Он обеспечивает стабильное напряжение и защищает от перегрева.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в походных условиях.

## Игрушка-сувенир "Паук на нити"

Эта игрушка-сувенир представляет собой паука, который может двигаться по нити. Она интересна как для детей, так и для взрослых.



## ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ АНТЕНН MMANA

Программа MMANA используется для моделирования антенн. Она позволяет рассчитать характеристики антенны и оптимизировать ее конструкцию.

Программа имеет интуитивно понятный интерфейс и предоставляет подробные отчеты о расчетах. Она является незаменимым инструментом для радиолюбителей.

## СВ-радиоприёмник

СВ-радиоприёмник предназначен для приема сигналов в сверхвысоком диапазоне. Он имеет высокую чувствительность и широкий диапазон частот.

Приемник имеет компактные размеры и простое устройство. Он идеально подходит для использования в любительских условиях.

## Выносной щуп — делитель частоты до 500 МГц для частотомера FC250

Этот щуп используется для измерения частоты сигнала с помощью частотомера FC250. Он позволяет измерять частоты до 500 МГц.

Щуп имеет простую конструкцию и легко устанавливается на измерительный прибор. Он обеспечивает точные измерения частоты.

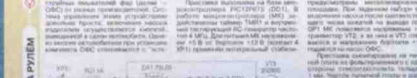
## Часы-календарь на газоразрядных индикаторах

Часы-календарь на газоразрядных индикаторах — это удобное устройство для отображения времени и даты. Оно имеет яркий дисплей и простую конструкцию.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в качестве сувенира или подарка.

## Приставка к омывателю фар

Приставка к омывателю фар предназначена для автоматического мытья фар автомобиля. Она имеет простую конструкцию и легко устанавливается на автомобиль.



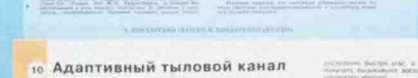
## Автомат световых эффектов на микроконтроллере

Этот автомат предназначен для управления световыми эффектами. Он имеет простую конструкцию и легко устанавливается на микроконтроллер.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в качестве сувенира или подарка.

## МАЛОГАБАРИТНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ НА 1215-1300 МГц

Эта малогабаритная радиостанция предназначена для приема и передачи сигналов в диапазоне 1215-1300 МГц. Она имеет компактные размеры и простое устройство.



## Адаптивный тыловой канал системы пространственного звучания

Этот адаптивный тыловой канал предназначен для улучшения качества звучания в системах пространственного звучания. Он имеет простую конструкцию и легко устанавливается на аудиосистему.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в качестве дополнения к аудиосистеме.

## Современный термометр

Этот современный термометр предназначен для измерения температуры. Он имеет точные измерения и простое устройство.



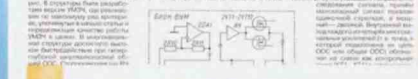
## МКУС в УМЗЧ с гиперглубокой ООС

Этот усилитель мощности предназначен для использования в УМЗЧ с гиперглубокой ООС. Он имеет простую конструкцию и легко устанавливается на плату.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в качестве дополнения к УМЗЧ.

## УМЗЧ в УМЗЧ с гиперглубокой ООС

Этот усилитель мощности предназначен для использования в УМЗЧ с гиперглубокой ООС. Он имеет простую конструкцию и легко устанавливается на плату.



## Комнатный термометр на Arduino и WS2812B

Этот комнатный термометр построен на базе Arduino и WS2812B. Он имеет точные измерения температуры и простое устройство.

Устройство имеет компактные размеры и простое устройство. Оно идеально подходит для использования в качестве сувенира или подарка.

## Программирование микроконтроллеров серии PIC для начинающих

Эта книга предназначена для начинающих радиолюбителей. Она содержит подробные инструкции по программированию микроконтроллеров серии PIC.

Книга имеет простую и понятную структуру. Она идеально подходит для использования в качестве учебного пособия.

## ЖУРНАЛ РАДИО 100 лет

Журнал Радио отмечает свое 100-летие. Это издание посвящено истории радио и его развитию за последние столетия.

Журнал содержит интересные статьи, фотографии и иллюстрации. Он является обязательным чтением для радиолюбителей.





	<b>Журналу "Радио" — 100 лет!</b> .....	4
<b>НАУКА И ТЕХНИКА 8</b>	А. ГОЛЫШКО. "Голубой зуб" над голубой планетой .....	8
<b>РАДИОПРИЁМ 11</b>	Х. ЛОХНИ. УКВ-блок с увеличенным динамическим диапазоном для радиоприёмников "Океан" и Selena Часть 2 .....	11
	В. ШЕПТУХИН. Новости вещания .....	19
<b>РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 21</b>	Д. КОНОТОП. ПИД-регулятор на Arduino в преобразователе напряжения .....	21
<b>ИЗМЕРЕНИЯ 29</b>	С. БИРЮКОВ. Настольный вольтметр 4½ разряда .....	29
<b>ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 33</b>	А. ПАНЬШИН. Стабилизатор напряжения в корпусе батареи 6F22 .....	33
	Н. САЛИМОВ. Лабораторный блок питания .....	35
<b>ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 38</b>	И. НЕЧАЕВ. Расширение возможностей простого USB-тестера .....	38
	С. РЫЧИХИН. Прозвонка на ионисторе .....	41
	В. РУБАШКА. Суточный таймер "Четвертак" .....	44
	В. КАПЛУН. Бесконтактный прерыватель нагрузки .....	49
<b>"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 51</b>	Редакция "Радио" в ОК "Юго-Запад" .....	51
	М. КОСТЮК. Стереофонический ламповый УМЗЧ с АС .....	52
	И. АНДРИАНОВ. Ремонт и модернизация светодиодного фонаря .....	55
	И. НЕЧАЕВ. Из беспроводных головных телефонов — в мультиметр .....	56
	К. ЖЕЛТОВ. Учись играя. Игровой автомат "Камень, ножницы, бумага". Часть 2. ....	58
	Д. МАМИЧЕВ. Макет-модуль графической кнопки-дисплея .....	60
	Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Микрокомпьютеры NanoPi" .....	62

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 41, 49).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 4, 41, 44, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. **К 100-летию юбилею журнала "Радио".**

**ЧИТАЙТЕ  
В СЛЕДУЮЩЕМ  
НОМЕРЕ:**

**СТАБИЛИЗАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
СЕНСОРНЫЙ ДАТЧИК ИЗ МИКРОФОНА  
ВЧ-СВЧ-ИНДИКАТОР В МУЛЬТИМЕТРЕ  
КВ-РАДИОПРИЁМНИК**



### КВ КОНВЕРТЕР С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Знакомые любители радиолюбительского дела наверняка знают, что такое конвертер КВ. Он позволяет принимать радиопередачи на частотах от 1,6 до 30 МГц. Однако для этого требуется наличие мощной лампы накала. В последнее время появились лампы накала на основе диодов, но они пока не получили широкого распространения. В этом номере мы рассмотрим вариант конвертера КВ с положительной обратной связью.

### Развитие цифровых видеозаписи и видеокамеры фирмы SONY

Формат DV в видеокамеры miniDV Sony. Х. ПЕКАРЬ, г. Таганрог. Компания SONY в последние годы активно развивает направление цифровых видеозаписей. В настоящее время она предлагает видеокамеры формата DV. Эти камеры отличаются высокой скоростью съемки, компактностью и простотой в использовании. Они позволяют снимать видео в формате DV, которое имеет высокое разрешение и широкий динамический диапазон. Это делает их идеальными для любительской съемки и профессионального использования.

### Частотомер на микроконтроллере

Н. ЗАЦЕ, г. Азов Ростовской обл. Предлагаемый частотомер собран на микроконтроллере PIC16C87. Он способен измерять частоту сигнала в диапазоне от 1 кГц до 100 МГц. Частотомер имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он также имеет функцию автокалибровки и хранения данных в памяти. Это делает его удобным инструментом для радиолюбителей и инженеров.

### СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

## ТРАНСИВЕР РАДИО-77

ЖУРНАЛ РАДИО. В. СКАЗАНОВ, г. Екатеринбург. Трансивер Радио-77 предназначен для приема и передачи радиосигналов в диапазоне от 1,6 до 30 МГц. Он имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Трансивер имеет несколько режимов работы, включая прием, передачу и режим связи. Он также имеет функцию автокалибровки и хранения данных в памяти. Это делает его удобным инструментом для радиолюбителей и инженеров.

### Радиоприемники семейства "Океан" и Selena

Часть 2. Блоки питания и УМЗЧ на K174УН7. ХАНО ЛОХИ, Германия/Россия, г. Гай Новосибирской обл. В этом разделе мы рассмотрим блоки питания и усилители мощности (УМЗЧ) для радиоприемников семейства "Океан" и Selena. Эти блоки являются ключевыми элементами конструкции приемника и обеспечивают его надежную работу. Мы рассмотрим различные варианты схем и их особенности.

### ЦМУ на основе программного анализатора спектра

Д. ПАКРАТОВ, г. Таганрог, Ростовской обл. Предлагаемый частотомер собран на микроконтроллере PIC16C87. Он способен измерять частоту сигнала в диапазоне от 1 кГц до 100 МГц. Частотомер имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он также имеет функцию автокалибровки и хранения данных в памяти. Это делает его удобным инструментом для радиолюбителей и инженеров.

### 14 Аккумулирующая система 100АС-022

А. ДЕМЬЯНОВ, г. Москва. В статье предлагается транзисторная акустическая система, в которой используются транзисторы, изготовленные на основе кремниевой технологии. Эта система имеет высокую мощность и широкий частотный диапазон. Она также имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### 20 Новая лампа для радиоприемника

И. ГЕРСИМОВ, станция Высоты Красноводского края. Предлагаемая лампа имеет повышенную мощность и широкий частотный диапазон. Она также имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### РАДИОНАВИГАЦИЯ И СПУТНИКОВЫЕ РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Широкий диапазон радионавигационных систем позволяет использовать их в различных областях. В настоящее время они находят применение в авиации, морском судоходстве и в других областях. Эти системы обеспечивают высокую точность и надежность навигации. Они также имеют простую конструкцию и легко интегрируются в различные системы.

### Моделирование работы АС с помощью компьютера

К. МУСАТОВ, г. Москва. Описание работы АС с помощью компьютера. В статье рассматриваются различные методы моделирования акустической системы. Мы рассмотрим как классические методы, так и современные методы, использующие компьютерные ресурсы. Это позволяет более точно предсказать характеристики АС и оптимизировать ее конструкцию.

### О том, как выбрать усилитель

В статье рассматриваются различные методы выбора усилителя. Мы рассмотрим различные типы усилителей и их характеристики. Также мы рассмотрим различные методы измерения характеристик усилителей. Это поможет читателю сделать правильный выбор усилителя для своих нужд.

### МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ

## КАССЕТНЫЙ СТЕРЕОПРОИГРЫВАТЕЛЬ

А. БУТОВ. Предлагаемый кассетный стереопроектор имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность воспроизведения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### 34 Экономичный СВЧ датчик Ю. ВИНЮГРАДОВ, г. Москва

В статье рассматривается конструкция экономичного СВЧ датчика. Датчик имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность измерения. Это делает его идеальным решением для различных применений.

### ГУН на микросхеме K0308018

А. БУТОВ, г. Курск Прохладный обл. Предлагаемый ГУН собран на микросхеме K0308018. Он имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность генерации. Это делает его идеальным решением для различных применений.

### "Экран" — ламповый усилитель с управлением по экранной цепи сеткам

С. АИМАКОВ, г. Красноярск; Д. САНИКОВ, г. Ульяновск. Предлагаемый усилитель имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность воспроизведения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### Сверлильный станок

И. САЛМОВ, г. Рязань Свердловской обл. Предлагаемый сверлильный станок имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность сверления. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### Одноплатный трансивер "Клэн"

Игорь НЕВЕДОВ (НАУСОВ), г. Дельцово Воронежской обл. Предлагаемый трансивер имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность воспроизведения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### 26 Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя

С. БЕЗДЕЖИНА, г. Луховицы, Рязань. Предлагаемая приставка имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность измерения. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### Многодиапазонная проволочная антенна "Open Sleeve"

Владимир ШЕРБАКОВ (ИЗЛАК), г. Москва. Предлагаемая антенна имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность приема. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### 10 На выставке "Российский Hi-End 2016"

И. РОГОВ, г. Ростов на Дону. В статье рассматриваются различные модели аудиотехники, представленные на выставке "Российский Hi-End 2016". Мы рассмотрим различные типы аудиотехники и их характеристики. Это поможет читателю сделать правильный выбор аудиотехники для своих нужд.

### Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва. В статье описаны различные методы изготовления печатных плат с высоким разрешением. Мы рассмотрим различные типы материалов и методов изготовления. Это поможет читателю сделать правильный выбор материалов и методов изготовления для своих нужд.

### Индивидуальное (любительское) радиовещание в России

С. КОМАРОВ (ШАЛЫН), г. Москва. В статье рассматриваются различные методы индивидуального радиовещания. Мы рассмотрим различные типы радиостанций и их характеристики. Это поможет читателю сделать правильный выбор радиостанции для своих нужд.

### ТРЕХДИАПАЗОННЫЙ ПРИЕМНИК ДЛЯ «ХОТЫ НА ЛИС»

В. КАУЗЕН, В. ВЕРНУКОВ, г. Курск. Предлагаемый трехдиапазонный приемник имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность воспроизведения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### Возвращаясь к начальному

"Низковольтный автоматический инкубатор". А. КОРНЕВ, г. Бишкек, Кыргызстан. Предлагаемый инкубатор имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность поддержания температуры. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### Контрольный приемник для обнаружения помех радиоуправляемым моделям

Ю. ИЛЬИН, г. Казань, Татарстан. Предлагаемый контрольный приемник имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность обнаружения помех. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### 44 Универсальный кабельный прибор

В. КОКОШНИН, г. Истра Московской обл. Предлагаемый кабельный прибор имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность измерения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### Космический приемник любительского ДВ-диапазона 136 кГц

Александр КУДРЯВЦЕВ (ИЗЛАК), г. Москва. Предлагаемый космический приемник имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность приема. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### 58 Одноплатный трансивер "Клэн"

Игорь НЕВЕДОВ (НАУСОВ), г. Дельцово Воронежской обл. Предлагаемый трансивер имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Он имеет широкий частотный диапазон и высокую точность воспроизведения. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### 26 Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя

С. БЕЗДЕЖИНА, г. Луховицы, Рязань. Предлагаемая приставка имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность измерения. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### Многодиапазонная проволочная антенна "Open Sleeve"

Владимир ШЕРБАКОВ (ИЗЛАК), г. Москва. Предлагаемая антенна имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность приема. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### 10 На выставке "Российский Hi-End 2016"

И. РОГОВ, г. Ростов на Дону. В статье рассматриваются различные модели аудиотехники, представленные на выставке "Российский Hi-End 2016". Мы рассмотрим различные типы аудиотехники и их характеристики. Это поможет читателю сделать правильный выбор аудиотехники для своих нужд.

### Журнал РАДИО 100 лет

Журнал РАДИО отмечает свое столетие. За это время он стал одним из самых авторитетных журналов в области радиолюбительства. Он предоставляет читателям самую актуальную информацию о последних достижениях в области радиолюбительства. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.

### РАДИО начинающим

Школьное конструкторское бюро. От идеи — до работающего устройства. А. М. БАТИН, И. ПОДОБЕДОВА, А. А. БАТИН, г. Екатеринбург. В статье рассматриваются различные методы создания школьного конструкторского бюро. Мы рассмотрим различные типы устройств и их характеристики. Это поможет читателю сделать правильный выбор устройств для своих нужд.

### 26 Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя

С. БЕЗДЕЖИНА, г. Луховицы, Рязань. Предлагаемая приставка имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность измерения. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### Многодиапазонная проволочная антенна "Open Sleeve"

Владимир ШЕРБАКОВ (ИЗЛАК), г. Москва. Предлагаемая антенна имеет простую конструкцию и легко собирается на печатной плате. Она имеет широкий частотный диапазон и высокую точность приема. Это делает ее идеальным решением для любителей качественного звука.

### 10 На выставке "Российский Hi-End 2016"

И. РОГОВ, г. Ростов на Дону. В статье рассматриваются различные модели аудиотехники, представленные на выставке "Российский Hi-End 2016". Мы рассмотрим различные типы аудиотехники и их характеристики. Это поможет читателю сделать правильный выбор аудиотехники для своих нужд.

### Журнал РАДИО 100 лет

Журнал РАДИО отмечает свое столетие. За это время он стал одним из самых авторитетных журналов в области радиолюбительства. Он предоставляет читателям самую актуальную информацию о последних достижениях в области радиолюбительства. Это делает его идеальным решением для любителей качественного звука.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication **12+**

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.  
 Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,  
 И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,  
 С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б

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) 607-31-18; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

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

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.07.2024 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

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

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

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

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его 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—2024. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 02402-24.

# Журналу "Радио" — 100 лет!

Столетие назад, 15 августа 1924 г., вышел в свет первый номер журнала "Радиолучитель", который стал прародителем журнала "Радио". Было ли это событие счастливой случайностью?

Здесь необходимо напомнить историю возникновения первого радиолучительского журнала. Несмотря на то что Россия, благодаря работам нашего соотечественника Александра Степановича Попова, — родина радио, она в самом начале 20-х годов прошлого столетия заметно отставала от большинства развитых стран в практическом внедрении радио в повседневную жизнь страны. Это явилось следствием общего состояния промышленности того времени, разрухой, которая наблюдалась в стране после Первой мировой войны, революции и Гражданской войны. В то время были предприняты меры к сокращению этого отставания — начато строительство радиовещательных станций. В 1922 г. начала вещание радиостанция им. Коминтерна, располагавшаяся в Москве на Вознесенской улице (сейчас — улица Радио). Она была оборудована ламповым передатчиком мощностью 12 кВт, созданным в Нижегородской радиолaborатории, и вещала на волне 3200 м (частота — около 93,75 кГц). Её передачи можно было принимать за сотни километров от Москвы.

Но в стране практически ещё не было радиоприёмников, чтобы слушать передачи. Кроме того, явно не хватало предприятий для производства аппаратуры и специалистов, которые могли бы на них работать и обслуживать технику в процессе эксплуатации. Законодательная база, касающаяся использования гражданами радиосредств, также отсутствовала.

В июле 1923 г. вышел Декрет Совета Народных Комиссаров СССР "О радиостанциях специального назначения" (опубликован в № 205 Известий ЦИК и ВЦИК от 12 сентября 1923 г.), который предоставлял право государственным, партийным, профессиональным и общественным организациям создавать и эксплуатировать приёмные радиостанции. Этот документ фактически стал первым шагом в развитии радиолучительства на основе радиокружков в нашей стране.

28 июля 1924 г. вышло Постановление Совета Народных Комиссаров СССР "О частных приёмных радиостанциях", названное в "Радиолучителе" № 2 за 1924 г. законом о свободе эфира. Постановление предоставляло право изготовления и эксплуатации радиоприёмников не только государственным, партийным и профсоюзным организациям, но и коммерческим организациям, а также частным лицам.

Естественным следствием этого постановления явилось развитие массового радиолучительства. Энтузиасты-радиолучители были готовы своими руками собирать радиоаппаратуру, но многим в те годы не хватало знаний в области радиотехники. Идея создания источника информации — радиолучительского журнала — буквально витала в воздухе. Таким источником информации стал журнал "Радиолучитель", издававшийся Бюро содействия радиолучительства при культотделе Московского городского совета профессиональных союзов и Обществом радиолучителей РСФСР. Инициатором его издания и первым редактором (сегодня эта должность называется главным редактором) "Радиолучителя" стал А. Ф. Шевцов, работавший до этого в журнале "Техника связи". Вскоре А. Ф. Шевцова на этом посту сменил Х. Я. Диамант.

Интерес населения к популярной радиотехнической литературе был настолько велик, что изначальный тираж первого номера — 12 тысяч экземпляров — разошёлся почти мгновенно, и пришлось срочно организовать выпуск второго тиража — ещё дополнительно 20 тысяч.

Кроме журнала "Радиолучитель", организовались другие издания. В конце 1924 г. появилась радиолучительская организация — "Общество друзей радио" (ОДР), которая начала издавать в Москве свой радиолучительский журнал "Радио всем", первый номер которого вышел 15 сентября



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)



# ЗАКОН О СВОБОДЕ ЭФИРА

Постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР о частных приемных радиостанциях

Имеется много радиостанций, устанавливаемых населением радиостанций для личных нужд, для удовлетворения радиотехнических потребностей и в целях радиоразнообразия в городах, в стране, в Союзе Народных Комиссаров Союза ССР и др.

Предоставить частным организациям и лицам, на условиях лицензионного регулирования, право на установку и эксплуатацию приемных радиостанций.

2. Лицам, желающим установить приемные радиостанции, следует обратиться в органы государственной власти, осуществляющие лицензионное регулирование, для получения разрешения на установку приемных радиостанций.

3. Приемная радиостанция, не подлежащая лицензионному регулированию, устанавливается для приема сигналов широкополосных радиостанций.

4. При установке радиостанций для приема сигналов радиостанций, работающих в установленном порядке, фактически следует начать работу в области радиостанций.

5. Приемная радиостанция для приема сигналов между собой и приемных радиостанций, предназначенная для пользования в условиях производства, должна быть установлена в соответствии с лицензионным регулированием.

Устройство радиостанций для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенных для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, производится в соответствии с лицензионным регулированием.

6. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

7. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

8. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

9. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

10. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

11. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

12. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

13. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

14. Приемная радиостанция для приема сигналов широкополосных радиостанций, предназначенная для общегосударственного лицензионного регулирования и эксплуатации, устанавливается в соответствии с лицензионным регулированием.

5. На Народный Комиссариат Почт и Телеграфов возлагается контроль за деятельностью частных приемных радиостанций и техникой надзор за ними. Агентства НКПС должны обеспечивать при допуске к эксплуатации радиостанций к их ремонту.

6. Оборудование частных приемных радиостанций должно отвечать техническим требованиям специального правила, издаваемого НКПС по согласованию с НКВВомором. Проверка этих данных выдает в установленном радиостанции лицензионно с разрешения на установку и эксплуатацию радиостанции.

7. Приемными радиостанциями, действующими частным лицам радиоприемники, приборы и материалы для частных приемных радиостанций, должны быть приобретены в Народном Комиссариате Почт и Телеграфов и предоставлять на общественное пользование все вышеуказанное для частных приемных радиостанций типа приемного.

8. Лицам, получившим разрешение на установку и эксплуатацию радиостанций, разрешается самими изготовить или приобрести приемные радиостанции, но при условии соблюдения технических требований (ст. 6) и предоставления приемника на общественное пользование.

9. Частные радиостанции могут принимать материал, передаваемый от радиостанций радиостанциями специально для частных приемных радиостанций широкого назначения, репортажи, документы, программы, учебные программы, программы, метеорологические бюллетени и сигналы времени. Воспрещается записывать и распространять работу, принадлежащую радиостанциям Союза ССР и передачу документов, репортажей, программ, документов, репортажей, метеорологических бюллетеней и сигналов времени.

10. В случае нарушения владельцем радиостанции установленных правил пользования, НКПС, в лице соответствующего Начальника Округа Связи, предоставляет право аннулирования разрешения на эксплуатацию радиостанции и в подпадающих случаях возбуждения уголовного преследования.

11. Подлежанием органам Народного Комиссариата Почт и Телеграфов предоставляется право аннулирования разрешения на эксплуатацию радиостанции и в подпадающих случаях возбуждения уголовного преследования.

12. Нарушение правил настоящего постановления, влекущее за собой:

а) в установке и эксплуатации незаконных радиостанций;

б) использование радиостанций во вред Союзу ССР;

в) нарушение и распространение запрещенного настоящим материалом, карается по соответствующим статьям уголовного кодекса союзных республик.

3) Инструкция и декрет о радиостанциях специального назначения будут напечатаны в газете "Радиолобитель".

14. Инструкция по проведению лицензионного регулирования выдана в НКВВомором, НКПС, НКВВомором и НКПС.

Председатель Совета Народных Комиссаров Союза ССР — А. И. Рыков  
Управляющий делами СНК — Ю. В. Гурбанов  
Москва, Кремль. 25.II.1924 г.

Временные таксы абонентной платы за пользование приемными радиостанциями

Совет Народных Комиссаров Союза ССР постановляет:

1. Утвердить следующие таксы годовой абонентной платы за приемные радиостанции специального назначения (ст. 3 постановления СНК СССР от 4-го июля 1923 г.) и частных (ст. 4 постановления СНК СССР от 25.VI.1924 г.):

а) Приемной радиостанции I группы (I группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 1 руб.

б) Приемной радиостанции II группы (II группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 2 руб.

в) Приемной радиостанции III группы (III группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 3 руб.

г) Приемной радиостанции IV группы (IV группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 4 руб.

д) Приемной радиостанции V группы (V группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 5 руб.

е) Приемной радиостанции VI группы (VI группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 6 руб.

ж) Приемной радиостанции VII группы (VII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 7 руб.

з) Приемной радиостанции VIII группы (VIII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 8 руб.

и) Приемной радиостанции IX группы (IX группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 9 руб.

к) Приемной радиостанции X группы (X группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 10 руб.

л) Приемной радиостанции XI группы (XI группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 11 руб.

м) Приемной радиостанции XII группы (XII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 12 руб.

н) Приемной радиостанции XIII группы (XIII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 13 руб.

о) Приемной радиостанции XIV группы (XIV группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 14 руб.

п) Приемной радиостанции XV группы (XV группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 15 руб.

р) Приемной радиостанции XVI группы (XVI группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 16 руб.

с) Приемной радиостанции XVII группы (XVII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 17 руб.

т) Приемной радиостанции XVIII группы (XVIII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 18 руб.

у) Приемной радиостанции XIX группы (XIX группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 19 руб.

ф) Приемной радиостанции XX группы (XX группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 20 руб.

г) Приемной радиостанции XXI группы (XXI группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 21 руб.

д) Приемной радиостанции XXII группы (XXII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 22 руб.

е) Приемной радиостанции XXIII группы (XXIII группа, сеть владельцев, владеющих приемниками, приемниками, анализом звука и т.д., состоящие на станции учета) — 23 руб.

ном фронте радио, вместе с необходимым усилением организованности по линии радиотехники страны, наилучшей подготовки технопроизводственной базы, широчайшего использования радио в социалистическом строительстве, развёртывания подготовки кадров и, следовательно, развития большей массовости советского радиолобительства — создания действительно массовой общественной лаборатории. ...

В свою очередь, шедшее разрозненно развитие радиолобительства по линии профсоюзов и ОДР требует единого русла — ОДР на базе массовой организации рабочего класса — профсоюзов. Поэтому все стороны общественной радиодетальности, включая и радиолитературу, должны быть в наибольшей степени объединены. ...

Журнал "Радиолобитель", начатый изданием в 1924 г., в период начальных шагов советского радиолобительства, сыграл большую пионерскую роль для возбуждения внимания к радиотехнике, радиотехнике и подготовки кадров квалифицированных радиолобителей. Слияние его с журналом "Радиопролетарий", объединение литературно-технических сил вокруг группы изданий, под общей редакцией ВЦСПС и ОДР, должно повести к мобилизации ресурсов на дальнейший рост и усиление качества всей выпускаемой радиопериодики, на дальнейшее развёртывание массового энтузиазма, где радиопечать должна сыграть большую организующую роль".

Долгое время ответственным редактором "Радиопролетария" был С. П. Чумаков, репрессированный в 1937 г. В последние предвоенные годы журналом руководил В. Лукачер.

Последний предвоенный номер журнала "Радиопролетарий" (№ 11) был подписан к печати 9 июня 1941 г. В годы Великой Отечественной войны журнал "Радиопролетарий" не издавался. После окончания Великой Отечественной войны он продолжил выходить в 1946 г., получив свое современное название "Радио".

Сейчас на просторах Интернета можно найти информацию, что журнал "Радио" никакого отношения к журналу "Радиолобитель", "Радио всем" и "Радиопролетарий" не имеет и что он начал издаваться только в 1946 г. В первом

1925 г. А также появился журнал "Друг радио" — орган ОДР РСФСР и ОДР Северо-Западной области, издававшийся в Ленинграде, который просуществовал всего три года. Ответственным редактором журнала "Радио всем" был И. А. Халепский.

Журналы "Радиолобитель" и "Радио всем" издавались параллельно до 1930 г. В № 18 журнала "Радио всем" за 1930 г. на с. 440 было напечатано сообщение, что с 19-го номера журнала "Радио всем" переименовывается в "Радиопролетарий". В журнале "Радиолобитель" № 11-12 за 1930 г. на с. 369 было написано: "Мы выпускаем последний номер журнала "Радиолобитель", объединяющийся под общей редакцией ВЦСПС и ОДР с журналом "Радиопролетарий".

Чем вызывается это объединение? Оно вытекает из необходимости усилить организованность на литератур-

С 19 НОМЕРА  
ЖУРНАЛ  
«РАДИО ВСЕМ»  
ПЕРЕИМЕНОВЫВАЕТСЯ  
В  
RADIOFRONT

Объявление о переименовании журнала "Радио всем" в "Радиопролетарий" ("Радио всем", 1930, № 18, с. 440).







## К мобилизации сил советского радиолюбительства

Мы выпускаем последний номер журнала «Радиолобитель», объединяющийся, под общей редакцией ВЦСПС и ОДР, с журналом «Радиофронт».

Чем вызывается это объединение? Оно вытекает из необходимости усилить организованность на литературном фронте радио, вместе с необходимым усилением организованности на линии радиофикации страны, излучающей подготовку производственной базы, широчайшего использования радио в социалистическом строительстве, развертывания подготовки кадров и, следовательно, развития наибольшей массовости советского радиолюбительства, — создания действительно массовой общественной лаборатории.

Разрозненность усилий на фронте радиотехнической и общественной литературы как в области периодики, так и непериодических изданий, не устранима до сих пор. При необычайном голоде на литературу, при необходимости решительного увеличения всякого рода радиознаний по количеству, вместе с тем необходимо достигнуть наибольшего единства и слаженности для того, чтобы резко улучшить качество всего того, что выпускается для советского радиолюбителя, радиослушателя и связанных с радиофикацией профессионально-технических и общественных кадров.

Много издается, но разрозненно, случайно, выбрасывая на широкий рынок радиолитературу. Это в области непериодики. Периодические же издания, в свою очередь, оставались не приведенными в стройную систему и между ними вылились в гораздо большей степени моменты конкуренции, нежели необходимого содействия, которое должно быть во всех звеньях социалистической страны.

Кроме того, имеющиеся силы техников общественников — литераторов не могли быть при этих условиях достаточно полно использованы, несмотря на их крайний недостаток.

В свою очередь, шедшее разрозненно развитие радиолюбительства по линии профсоюзных и ОДР требует единого рывка — ОДР на базе массовой организации рабочего класса — профкозов. Поэтому все стороны общественной радиодельности, включая и радиолитературу, должны быть в наибольшей степени объединены.

Какая же рисуется перспектива на фронте радиолитературы и, прежде всего, по линии периодики? Газета «Радио в деревне», журнал «Радиофронт» и «Радиосборник», — должны представлять собою стройную систему радиознаний, каждое из которых рассчитано на определенную степень массовой подготовки радиокадров и текущего обслуживания уже имеющихся техников — любителей и профессионалов.

Это не значит, что данные издания могут исчерпать потребность в радиопериодике даже на 1931 г. Программу изданий необходимо будет расширить, в особенности для дальнейшего внедрения радио в районы, для организации респекта баз в индустриальных пунктах.

Многосторонность требований, предъявляемых и освоенных в радиопечати по линии техники, производства, языка, распространения радиопаратуры, организации слушательских баз, студий, организации коллективного слушания, радиоубежищ и т. д., — вызывает необходимость безусловного расширения того объема, который уже теперь является недостаточным и сдерживаемым лишь бумажными ресурсами.

Расширение использования коротких и ультракоротких волн, вызвавшее огромную потребность не только в общей радиотехнике, но и в радиосвязи для обеспечения социалистической индустриализации, для помощи решительному социалистическому наступлению на кулака, — требует массового развертывания радиотехнической подготовки и помощи в ней периодической и непериодической литературы.

Журнал «Радиолобитель», начатый изданием в 1924 г., в период начальных шагов советского радиолюбительства, сыграл большую пионерскую роль для возбуждения внимания к радиотехнике, радиофикации и подготовки кадров квалифицированных радиолюбителей. Слияние его с журналом «Радиофронт», объединившее литературно-технические силы вокруг группы изданий, под общей редакцией ВЦСПС и ОДР, должно повести к мобилизации ресурсов на дальнейший рост и усиление качества всей выпускаемой радиопериодики, на дальнейшее развертывание массового энтузиазма, где радиопечать должна сыграть большую организующую роль.

Радиопериодика должна вызвать развертывание удальничества и соперничества во всей работе организаций ОДР на базе массовых организаций профкозов. Глубая и жесткая критика и самокритика — должны быть оружием радиопресса в меньшей степени, чем в общей — партийной, советской и профсоюзной печати. И здесь много нужно изобретать.

Для решения больших задач, которые стоят перед радио, для наибольшего и лучшего применения его в различных частях социалистического строительства и классовых борьбы мы должны организовать «релиз» в радиопериодике через оживление и развертывание работы ОДР, через укрепление, усиление его классовых позиций на базе массовой организации рабочего класса — профкозов.

Советский радиолюбитель — общественник, участник социалистического строительства — с еще большим энтузиазмом, подъемом энергии должен оказать помощь партии, советскому государству в максимальном выполнении плана радиофикации, в расширении и многостороннем применении радио для усиления обороны СССР, политической, культурно-просветительской работы и организации социалистического быта!

369

### Статья «К мобилизации сил советского радиолюбительства» («Радиолобитель», 1930, № 11-12, с. 369).

номере журнала «Радио» за 1946 г., который вышел в самом начале мая ко Дню радио, были опубликованы письма чл.-корр. Академии наук СССР А. И. Берга: «Возобновление выхода радиолюбительского журнала после длительного перерыва, вызванного войной, является весьма отрядным фактом. Продолжающееся быстрое развитие радиотехники требует привлечения огромного количества новых кадров. Журналу «Радио» предстоит большая и ответственная работа по вербовке этих кадров и по распространению знаний для повышения их квалификации. ... От души желаю журналу «Радио» справиться со своими задачами и удовлетворить огромную тягу к знаниям, столь характерную для народов нашей великой Родины!»... и проф., лауреата Сталинской премии А. Л. Минца: «... Следует пожелать, чтобы журнал

Возобновление выхода радиолюбительского журнала после длительного перерыва, вызванного войной, является весьма отрядным фактом.

Продолжающееся быстрое развитие радиотехники требует привлечения огромного количества новых кадров. Журналу «Радио» предстоит большая и ответственная работа по вербовке этих кадров и по распространению знаний для повышения их квалификации. Люди, собирающиеся посвятить свою жизнь и деятельность развитию советского радио, не пожалеют об этом, так как именно у нас в ближайшие годы будет проведена работа большого размаха для того, чтобы догнать и перегнать радиотехнику за пределами нашей страны. Нам предстоит широко развернуть радиообучение, развить магистральную связь, телевидение, радионавигацию и радиолокацию.

От души желаю журналу «Радио» справиться со своими задачами и удовлетворить огромную тягу к знаниям, столь характерную для народов нашей великой Родины:

Член-корреспондент Академии наук СССР, инженер вице-адмирал

А. И. БЕРГ

3

### Письмо А. И. Берга («Радио», 1946, № 1, с. 3).

«Радио» стал достойным преемником своих славных предшественников — «Радиолобителя» и «Радиофронта», продолжая их лучшие традиции. ... Пожелаем же журналу «Радио» быть верным техническим советником и

Интерес к детекторным радиоприемникам, в том числе к конструкции С. И. Шапошникова, возрос после окончания Великой Отечественной войны, особенно в районах, пострадавших от боевых действий. И в этом журнал



## Продолжим лучшие традиции

Сердечно приветствую и поздравляю советских радиоловителей с возобновлением издания журнала, призванного помочь в их необычайно увлекательной работе, столь важной для нашей Родины. Следует пожелать, чтобы журнал «Радио» стал достойным преемником своих славных предшественников — «Радиоловитель» и «Радиофронт», продолжая их лучшие традиции.

Выход журнала совпадает с празднованием первого Дня радио, отмечающего историческую дату изобретения выдающимся русским физиком А. С. Поповым беспроводного телеграфа. Можно быть твердо уверенным, что наши радиоловители будут способными и упорными продолжателями дела, начатого нашим великим соотечественником.

Перед советскими радиоловителями сейчас открываются исключительно интересные перспективы расширения своего опыта и знаний в области новых диапазонов УКВ, дециметровых и сантиметровых волн, в области телевидения и т. д.

В настоящее время, когда в нашей стране разогреты всеядные масштабы работы во всех областях науки и техники в связи с осуществлением грандиозного пятилетнего плана, предначертанного великим Сталиным, журналу «Радио» необходимо уделять особое внимание работе над повышением квалификации своих читателей, с тем чтобы из их среды выдвинулись одарённые и настойчивые радиоловители, способные пополнить кадры научно-исследовательских институтов и заводов, решающих проблемы радиосвязи и радиолокации.

Пожелаем же журналу «Радио» быть верным техническим советником и любимым другом каждого советского радиоловителя.

проф. А. Л. МИНЦ,  
лауреат Сталинской премии

В 1980 г. были организованы первые очные соревнования, быстро завоевавшие широкую популярность. Многие годы редакция проводит и освещает соревнования на КВ: "Старый Новый год", "YL-OM CONTEST", "Мемориал А. С. Попова", "Russian RADIO RTTY Contest", "Молодёжный кубок им. А. С. Попова", "Память".

В 1988 г., по инициативе сотрудников НПО «Энергия» и редакции журнала "Радио", на борт орбитальной космической станции "Мир" была доставлена любительская радиостанция. Со временем изучение основ работы в радиоловительском эфире вошло в обязательную программу подготовки космонавтов. Сейчас на борту Международной космической станции (МКС) также работает любительская радиостанция.

22

Письмо А. Л. Минца ("Радио", 1946, № 1, с. 22).

"Радио" оказал помощь, опубликовав статью Л. В. Кубаркина "Схемы детекторных приёмников" (1946 г., № 1, с. 58—61) и разработку лаборатории журнала "Простой детекторный" (1946 г., № 2, с. 58, 59).

В 1924 г. в журнале "Радиоловитель" был опубликован цикл статей "Шаг за шагом", ориентированный в основном на начинающих радиоловителей. Цикл статей с таким же названием был опубликован в журнале "Радио" в 1959 г. В это же время был создан специальный раздел для начинающих радиоловителей, в котором публиковались описания простых конструкций.

На протяжении всего существования журнал популяризировал новые радиолампы, транзисторы, микросхемы, которые меняли читатели в своих конструкциях.

Неоднократно были опубликованы статьи о ламповых радиоприёмниках, от простейших прямого усиления до супергетеродинных, в том числе разработанных в лабораториях журналов. В 30-е годы проводились заочные радиоловительские выставки, по результатам которых на страницах появлялись описания некоторых экспонатов. Перед самой войной, например, была опубликована статья о супергетеродине на двадцати (!) лампах. После войны стали регулярно проводиться очные Всесоюзные выставки творчества радиоловителей-конструкторов. В их организации и публикации описаний наиболее интересных разработок активное участие принимал журнал "Радио".

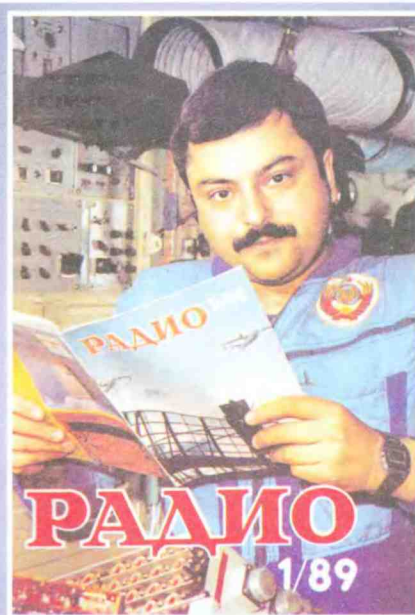
Ещё в журнале "Радиофронт" в начале 30-х годов прошлого столетия начались публикации описаний первых любительских телевизоров, сначала с механической развёрткой, а перед началом Великой Отечественной войны — и электронных телевизоров. После войны любительские разработки телевизоров заняли одно из ведущих мест на страницах журнала.

В 1935 г. в журнале "Радиофронт" была описана звукозаписывающая установка В. Д. Охотникова, положившая начало новому направлению в творчестве радиоловителей, широкий размах которого пришёлся на 60—80-е годы прошлого столетия на основе магнитной записи. На страницах "Радио" было множество публикаций по магнитной звукозаписи, высококачественным проигрывателям пластинок, усилителям мощности звуковой частоты, акустическим системам.

Когда промышленность начала выпуск первых транзисторов, в конце 50-х годов прошлого столетия на страницах журнала появились описания первых транзисторных радиоприёмников. Кроме того, были опубликованы статьи об их проектировании.

В 50-е годы прошлого столетия радиоловители — читатели журнала — принимали активное участие в составлении карты электропроводимости почвы на территории СССР. Благодаря этому карта была составлена всего за три года. В 1957 г. журнал по предложению Академии наук СССР подготовил радиоловителей к приёму сигналов первого в мире ИСЗ. А в 1978 г. были запущены первые отечественные любительские спутники связи "Радио-1" и "Радио-2", в создании и запуске которых важную организационную роль сыграл журнал "Радио".

Ещё в журналах "Радиоловитель" и "Радио всем" появились разделы, посвящённые любительской радиосвязи. Журнал "Радио" продолжал заниматься пропагандой любительской радиосвязи. Были опубликованы описания первых любительских трансиверов А. Джунковского и Я. Лаповка, а также получившего широкое распространение трансивера Ю. Кудрявцева, известного среди радиоловителей как "UW3DI". В № 6 и № 7 за 1976 г. был описан трансивер "Радио-76", разработанный в лаборатории редак-

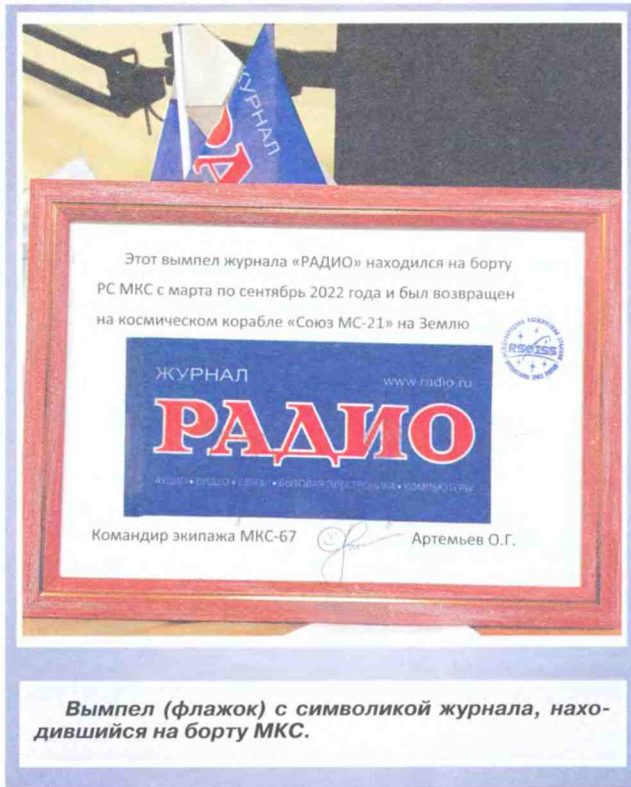


Космонавт Муса Манаров на борту орбитальной станции "Мир" читает журнал "Радио".

Продолжается сотрудничество редакции журнала с правнуком К. Э. Циолковского, главным специалистом ПАО "РКК "Энергия" им. С. П. Королёва", руководителем радиоловительской деятельности на орбитальном комплексе "Мир" и МКС Сергеем Николаевичем Самбуровым и космонавтами. В своё время редакцию посетили лётчики-космонавты Муса Манаров, Сергей Крикалёв и Олег Артемьев. Журнал "Радио" побывал на борту станций "Мир" и МКС. Вымпел (флажок) с символикой журнала находился на борту МКС с марта по сентябрь 2022 г. и благополучно вернулся на Землю на космическом корабле "Союз МС-21".

В начале 80-х годов прошлого столетия журнал "Радио" развернул работу по привлечению радиоловителей к освоению основ вычислительной техники. В апрельском номере журнала





Вымпел (флажок) с символикой журнала, находившийся на борту МКС.

за 1986 г. началась публикация цикла статей о персональном радиоловительском компьютере "Радио-86РК". По описанию тысячи радиоловителей взялись за самостоятельное изготовление персональных компьютеров. Более того, несколько предприятий освоили серийный выпуск этого компьютера в различных модификациях. В продолжение этой темы в 2021 г. на страницах журнала было опубликовано описание персонального радиоловительского компьютера КРИСС на современной элементной базе.

Для журнала основная задача была и остаётся — дать читателям на страницах "пищу" для самостоятельного творчества. В своё время видный популяризатор науки и техники В. Орлов очень точно подметил, что журнал "Радио" надо читать с паяльником и карандашом в руках. Это в полной мере относится и к его предшественникам — журналам "Радиоловитель", "Радио всем" и "Радиофронт".

За активную работу по пропаганде радиотехнических знаний и выдающийся вклад в развитие радиоловительского движения, патриотическое воспитание молодёжи, помощь в профессиональной подготовке военнослужащих, коллектив редакции журнала "Радио" в 1974 г. был награждён Почётным знаком ЦК ДОСААФ СССР и орденом Трудового Красного Знамени.

Многое изменилось в области радио за сто лет, прошедших с момента выхода из печати первого номера журнала "Радиоловитель". Неизменным остаётся только одно — все эти годы журнал был и остаётся пропагандистом радиотехнических знаний, хранителем истории отечественной радиотехники и радиоловительства.

Все эти годы вместе с редакцией журнал делали авторы из самых разных уголков нашей страны и из зарубежных стран.

**Поздравляем всех авторов и читателей журнала с юбилеем!**

**Редакция**

## "Голубой зуб" над голубой планетой

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

*"Иногда нужно обойти весь мир, чтобы понять, что клад зарыт у твоего собственного дома".*

**Паоло Коэльа**

Как отметили многие профильные СМИ, весной 2024 г. американский космический стартап Hubble Network сообщил, что их спутник первым в мире установил Bluetooth-соединение с поверхностью Земли, находясь над ней на орбите высотой около 645 км. Пресс-служба компании рассказала о своём достижении 29 апреля 2024 г. на официальном сайте.

Поскольку в центре этого события оказалась беспроводная технология Bluetooth, разработанная более 25 лет назад для связи различных устройств на расстояниях не более 10 м, журнал просто не мог пройти мимо. Но сначала немного о самой технологии, интерфейсе и стандарте, которые за время своего существования претерпели множество изменений и о которых

когда-то уже рассказывалось на страницах журнала.

Bluetooth или "голубой зуб" — это буквальный перевод с английского прозвища короля викингов Харальда I Синезубого, который вошёл в историю как правитель, объединивший враждовавшие датские племена в единое королевство. Под этим подразумевается, что Bluetooth делает то же самое с различными устройствами.

В основе технологии Bluetooth (семейство стандартов IEEE 802.15) лежит метод расширения спектра со скачкообразной перестройкой частоты (FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum). Изначальная версия стандарта разбивала рабочий диапазон радиочастот 2,402...2,48 ГГц на 79 радиоканалов. Устройство 1600 раз в секунду псевдослучайным образом выбирает один из них и передаёт пакеты данных. Устройство, передающие данные одинаковым образом, объединяются в пикосеть. В таких сетях есть два вида устройств: главное (ведущее) и периферийные (ведомые). Протокол Bluetooth поддерживает режим работы standby. Он позволяет сопряжённым устройствам запоминать друг друга и автоматически подключаться заново после выключения или перезагрузки.

С момента появления протокол успел несколько раз обновиться и дорос до версии 1.0 до 5.4. Это было так.

Версия 1.0 появилась в 1999 г. Она не поддерживала анонимное подключение



ние, требовала обмена адресами между устройствами, а связь часто обрывалась. В версии 1.1 скорость передачи данных доходила до 1 Мбит/с.

Версия 2.0 с поддержкой EDR — Enhanced Data Rate (2004 г.). Скорость соединения — до 3 Мбит/с. По сравнению с первой версией протокола сигнал стал стабильнее, а энергозатраты сократились в два раза. Выпущенная позднее версия 2.1 поддерживала технологию Sniff-Subrating, снижающую энергопотребление Bluetooth-модулей в 3...10 раз в зависимости от устройства.

Версия 3.0 с поддержкой HS, или High Speed, вышла в 2009 г. и использовала два канала для передачи данных. Если требовалось передать небольшие файлы, то использовался энергосберегающий канал со скоростью до 3 Мбит/с, т. е. Bluetooth 2.0, а для передачи больших файлов включался новый HS-канал со скоростью до 24 Мбит/с.

Версия 4.0 (2010 г.) — с старым протоколом был добавлен новый режим с низким энергопотреблением, позволяющий взаимодействовать с малыми датчиками LE — Low Energy. Эта модификация Bluetooth используется в медицинских девайсах, спортивной обуви или тренажерах. Датчики LE могут работать годами от небольшого источника питания, периодически включаясь для отправки данных на ведущее устройство. В четвертой версии Bluetooth также появилось 128-битное AES-шифрование, повышающее безопасность передаваемых данных.

Версия 5.0 (2016 г.) — скорость передачи данных увеличилась до 48 Мбит/с. На конец 2023 г. актуальная версия стандарта — 5.4.

В версиях, начиная с Bluetooth 5.2, появилось несколько новых сопутствующих технологий:

- Enhanced Attribute protocol (EATT) обеспечивает дополнительное шифрование передаваемых данных;

- LE Power Control позволяет регулировать мощность передатчиков в устройствах, адаптируя их к расстоянию между ними;

- LE Isochronous Channels используется в беспроводных головных телефонах и аудиосистемах. Позволяет синхронизировать проигрывание музыки на нескольких устройствах одновременно.

Скорость передачи данных в Bluetooth определяется версией протокола и расстоянием между устройствами. К примеру, версии 5.0 и старше поддерживают передачу данных со скоростью до 48 Мбит/с, что вдвое больше, чем в версии 4.0. Но чем больше дистанция, тем медленнее соединение.

В зависимости от расстояния Bluetooth-датчики делятся на три класса:

Первый класс способен поддерживать устойчивую связь на расстоянии 100...200 м. В бытовых устройствах встречается редко и используется на промышленном оборудовании.

Второй класс удерживает стабильную связь на расстоянии 10...20 м. Такие датчики чаще всего установлены в смартфонах или планшетах.

Третий класс наименее мощный и подходит для объединения устройств на расстоянии до 5 м. Устанавливается на небольших гаджетах, например, фитнес-браслетах, умных часах и так далее.

Упомянутое выше большое число изменений Bluetooth включало в себя:

- быстрое подключение и обнаружение;

- увеличение скорости передачи данных;

- повышение стойкости к радиопомехам;

- повышение защищённости соединения и др.

В истории развития этой технологии реальным скачком стала версия Bluetooth 4.0, в которой был представлен Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE). Из его названия понятно, что это точно пригодится для Интернета вещей (IoT, Internet of Things). До появления BLE на рынке активно развивался Bluetooth Classic (BR/EDR), который используется в беспроводных громкоговорителях, автомобильных информационно-развлекательных системах и головных телефонах.

На самом деле существует большая разница между "классическим" Bluetooth и Bluetooth с низким энергопотреблением с точки зрения технических спецификаций, реализации и типов приложений, для которых они предназначены. Кроме того, они несовместимы друг с другом.

Функционал BT classic:

- используется для потоковых приложений, таких как трансляция аудио- и видеоконтента и непрерывной передачи данных;

- не оптимизирован для низкого энергопотребления, но поддерживает большую скорость передачи (максимум 3 МБит/с);

- использует 79 радиоканалов;

- обнаружение происходит в 32 каналах.

Функционал BLE:

- используется в сенсорах и для управления устройствами и приложениями, не требующими передачи больших объёмов данных (максимум 2 Мбит/с);

- предназначен для применения в малопотребляющих устройствах с большими интервалами между передачей данных;

- использует 40 радиоканалов;

- обнаружение происходит в трёх каналах, что приводит к более быстрому обнаружению и установке соединения.

Недавно Bluetooth SIG завершила разработку спецификации Bluetooth LE Audio, которая позволит сделать беспроводные аудиоустройства более энергоэффективными, поскольку они будут использовать BLE вместо BT classic.

Bluetooth Special Interest Group (SIG) — это группа компаний, которые работают вместе над развитием и продвижением технологий, позволяющих осуществлять беспроводную связь между устройствами с небольшим радиусом действия. К таким устройствам относятся смартфоны, планшеты, ноутбуки, компьютеры, принтеры и другие.

В BT classic все устройства в сети, образующие пикосеть, делятся на ведущие (master) и подчинённые (slave).

Основные принципы:

- обмен информацией может осуществляться только между ведущим и подчинённым устройствами, при этом каждое устройство может быть как ведущим, так и подчинённым;

- основным элементом организации сетей Bluetooth является пикосеть, состоящая из одного ведущего устройства и от одного до семи активных подчинённых устройств;

- в одну пикосеть может входить неограниченное число устройств, находящихся в неактивном режиме;

- подчинённое устройство может общаться только с ведущим, причём только тогда, когда это разрешает ведущее устройство;

- в каждый момент времени обмен данными может идти только между двумя устройствами в одном направлении;

- любое устройство одной пикосети может также входить в другую пикосеть в качестве как подчинённого, так и ведущего.

BLE также поддерживает упомянутую выше модель пикосети BT classic. Но даже тут BLE привнёс свои нововведения. Это новая топология сети Mesh. Цель Mesh — увеличение дальности связи сетей BLE и обеспечение поддержки промышленных приложений, использующих технологию BLE. С Bluetooth Mesh устройства могут работать в ячеистой топологии по схеме "многие ко многим".

Топология mesh-сети даёт два важных преимущества:

- увеличенная дальность связи;

- участники сети могут ретранслировать данные для передачи устройствам, находящимся на большем расстоянии от передатчика, размер сети и число устройств в них могут быть значительно увеличены;

- способность сети к самовосстановлению, и если один из элементов сети выйдет из строя, остальные продолжат работу и смогут передавать данные друг другу.

Bluetooth Mesh — это вообще отдельный стандарт со своей спецификацией, стеком протоколов и т. д. Для него в 2017 г. в Bluetooth 5.0 была добавлена спецификация Mesh Profile.

Ячеистую сеть Bluetooth LE отличает от Zigbee и других технологий, в первую очередь, широкоевещательная передача сообщений. В отличие от других беспроводных сетей, основанных на маршрутизации, mesh-протокол BLE использует принцип managed flood (управляемой широковещательной рассылки).

Этот подход предлагает модель одноранговой связи, в которой все устройства взаимодействуют напрямую друг с другом. Управляемая рассылка позволяет обмениваться сообщениями без сложных алгоритмов маршрутизации. Не нужно использовать центральный хаб и можно передавать сообщения нужным устройствам без задержек и сбоев.

Самодостаточность узлов в сочетании с мультиточечным обменом сообще-



ниями облегчает масштабируемость ячеистой сети BLE. Можно создавать множество сетей со множеством узлов.

В ячеистой BLE-сети узлы используют для связи модель публикации/подписки. Производители данных — издатели, которые отправляют сообщения группе устройств. Чтобы получать сообщения, устройство должно подписаться на определённый адрес или группу адресов.

Такой тип обмена сообщениями позволяет настраивать устройства BLE mesh для формирования сегментов сети различного масштаба и назначения. В результате технология становится ещё более гибкой и управляемой.

Архитектура BLE mesh имеет многоуровневую структуру, типичную для любой коммуникационной сети:

- верхние уровни обрабатывают текст сообщения;
- средние уровни ответственны за логику и поведение сети;
- нижние уровни осуществляют фактическую передачу сообщений.

В ячеистой сети Bluetooth особое внимание уделяется безопасности. Для всех коммуникаций доступны решения шифрования и аутентификации на основе алгоритмов AES-CM4 и AES-CCM. Ключи безопасности защищают содержимое сообщений и обеспечивают конфиденциальную связь между узлами.

Использование учётных данных безопасности предотвращает несанкционированный доступ к ячеистой сети BLE. Инициализация или добавление устройства в сеть также безопасно. Новому узлу, добавленному в сеть, предоставляются уникальный идентификатор и доступ к ключам безопасности. Ячеистую сеть можно создать, используя практически любой чип Bluetooth LE или микроконтроллер, поддерживающий эту технологию.

Но вернёмся к дальнбойному Bluetooth. Выяснилось, что некоторые передовые умы из пула радиоинженеров уже сравнительно давно вынашивали идею существенного увеличения дальности действия Bluetooth. Дальнбойный вариант был разработан компанией Qualcomm и используется в современных автомобилях. Он позволяет передавать данные между различными устройствами, такими как смартфоны, планшеты, навигаторы и другие.

Как это работает? Дальнбойный Bluetooth использует специальный протокол передачи данных, который обеспечивает высокую скорость передачи информации. Кроме того, он использует антенну с высоким коэффициентом усиления, что позволяет увеличить дальность действия. Благодаря этому дальнбойный Bluetooth позволяет передавать данные на большие расстояния без потери качества связи. Например, если вы находитесь в машине на трассе, вы можете использовать свой смартфон для прослушивания музыки или просмотра фильмов без необходимости подключения к Интернету.

Кроме того, дальнбойный Bluetooth имеет множество других преимуществ. Он обеспечивает более надёжную связь, чем обычный Bluetooth, и может

работать даже в условиях сильных помех. Это особенно важно для водителей, которые часто находятся в движении и могут столкнуться с различными препятствиями на дороге.

Однако не только автомобилями ограничивается его применение. Согласно сообщению журнала Хакер от 5 июля 2007 г., компания Aircable анонсировала в то самое время впечатляющий по своим характеристикам Bluetooth-адаптер Aircable Host XR. Передатчик подключается к USB-порту и способен, внимание, передавать информацию на невероятное расстояние, до 30 (!) км, тогда как отдельные особо дальнбойные и привычные нам Bluetooth-устройства способны работать на расстоянии до 100 м.

Aircable Host XR оснащён двумя антеннами. Первая обеспечивает дальность работы до 1 км (что, согласитесь, тоже неплохо), а вторая — заявленные 30 км! Адаптер совместим с популярными ОС Windows, Mac OS X и Linux. Реклама утверждает, что теперь Bluetooth можно использовать для построения сетей в малонаселённых районах, быстро передавать почтовые сообщения и многое другое. Невысокая стоимость передатчика и простота обращения с известным протоколом гарантируют, что теперь Bluetooth будут использовать в совершенно новом качестве.

Подключение к ПК и программное (BASIC) управление адаптера промышленного типа осуществляются по интерфейсу RS-232. Aircable Industrial XR оснащается Li-ion батареей большой ёмкости. Помимо этого, дополнительное питание можно получать от солнечных батарей. Внешняя антенна, которая предустановлена, позволяет работать с устройствами ячеистой сети на расстоянии до 1 км. Со всенаправленной антенной радиус действия увеличивается до 2 км, направленная антенна позволит работать на удалении до 10 км, а большая внешняя антенна обеспечит радиус до 30 км.

Устройство можно запрограммировать и настраивать на нужный режим работы. Поддерживаются такие элементы стандарта Bluetooth 2.0: Bluetooth-FTP, Bluetooth-OBEX, Bluetooth-SSP. Это позволит обеспечивать передачу файлов по протоколу FTP, организовать режим работы клиент—сервер между различными устройствами (телефоны, КПК, ПК), поддерживающими стандарт Bluetooth 2.0. Дальнбойный Bluetooth-адаптер Industrial XR оценивается в 299 долл.

Ну а теперь, в 2024 г. дальнбойный Bluetooth работает на расстоянии до 600 с лишним километров. И внедрение космического Bluetooth обеспечит возможность сопряжения различных пользовательских устройств, находящихся на разных континентах. Технология весьма перспективна и для космической отрасли — с её помощью также можно устанавливать каналы связи между спутниками и космическими аппаратами.

В марте 2024 г. инженеры компании Hubble Network запустили на орбиту два спутника в рамках миссии SpaceX

Transporter-10. За пару месяцев компания протестировала передачу данных на дальние расстояния посредством протокола Bluetooth. Внутри спутников были установлены соответствующие чипы Bluetooth размерами 3,5×3,5 мм, а информация удалось передать более чем на 645 км.

Это обновление позволило передавать данные на большие расстояния посредством маломощных сигналов с помощью спутниковых антенн с фазированными решётками. Также специалисты Hubble Network устранили проблемы, связанные с эффектом Доплера и соответствующим сдвигом частот, поскольку данные приходилось передавать между объектами, движущимися на высоких скоростях.

Издание TechCrunch уточняет, что стартап Hubble Network запатентовал также фазированную антенную решётку для небольших спутников, усиливающую в обоих направлениях сигналы Bluetooth. Её действие аналогично действию в радиодиапазоне своеобразного увеличительного стекла. Подобная антенна способна улавливать с орбиты сигналы Bluetooth, эффективный радиус действия которых может достигать около 1 км.

Представители компании сообщают Hubble Network, что новую технологию можно использовать для быстрой связи со спутниками и другими космическими аппаратами. Технология может найти применение в построении IoT без использования Wi-Fi или наземной мобильной связи.

Bluetooth с возможностью передачи данных на километры можно использовать в смарт-часах для слежения за детьми. В сельском хозяйстве для отслеживания скота, в умных ошейниках для животных, а также в сфере медицины или в транспортной сфере для контроля логистических цепочек. Технология от Hubble Network обещает дать устройствам IoT и вычислительному оборудованию ещё один способ обмена данными, помимо уже привычного широкополосного доступа по проводам, кабелям и эфиру. Как известно, традиционные сети связи часто терпят неудачу. У них наблюдаются проблемы с покрытием в отдалённых районах, подчас они потребляют слишком много энергии и стоят они порой слишком дорого, чтобы эффективно работать в глобальном масштабе. В этом смысле Bluetooth-соединение более энергоэффективно, и на него тратится меньше энергии аккумуляторной батареей.

Фактически Hubble Network заявляет, что её технология может работать на стандартных чипах Bluetooth посредством обновления программного обеспечения (ПО), а не каких-либо изменений в оборудовании. По словам разработчиков, это может дать глобальное покрытие в 20 раз с меньшим расходом энергии батареи и в 50 раз с меньшими эксплуатационными расходами. Собственно, это не просто улучшение, а глобальная трансформация.

В будущем стартап Hubble Network намерен открыть технологию для всех желающих. Компании, которая решит интегрировать этот Bluetooth в свои



продукты, нужно будет оснастить тот или иной гаджет особыми чипами от Hubble Network и подключиться к внутренней сети компании-производителя под названием Hubble. Однако пока компания не раскрыла технических подробностей того, как именно спутники принимают сигналы Bluetooth, а также не упоминает об объёме передаваемых данных или скорости соединения.

По данным Hubble Network, компания уже работает с первыми заказчиками в таких секторах как потребительские устройства, строительство, инфраструктура, цепочки поставок, логистика, нефть и газ и оборона, чтобы изучить возможности использования этой технологии. В 2023 г. стартап Hubble Network привлёк 20 млн долл. за счёт финансирования серии А (это первый значительный этап акционерного финансирования, который стартап ищет у фирм после привлечения первоначального капитала).

Стартап Hubble был основан в 2021 г. Алексом Харо, соучредителем компании Life360, вместе с Беном Уайлдом, основателем и руководителем компании Iotera, и аэрокосмическим инженером Джоном Кимом. Когда Харо впер-

вые познакомился с идеей подключения к спутнику по Bluetooth, он назвал её безумной, особенно учитывая его предыдущий опыт решения этой самой проблемы при попытке создать GPS-часы для детей. Однако решение этой конкретной задачи в конечном итоге стало непреодолимым, особенно потому, что существующие наземные и спутниковые сети часто не справляются со своими задачами, испытывают трудности с покрытием в отдалённых районах и потребляют слишком много энергии, не говоря уже об их высоких эксплуатационных расходах в глобальном масштабе. Собственно, уже рассмотренные на страницах журнала темы связи со спутником с простого смартфона из той же серии.

К имеющимся у компании двум спутникам на орбите в феврале следующего года по плану добавятся третий и четвёртый в рамках миссий SpaceX Transporter-11 и SpaceX Transporter-13. В планах компании нарастить группировку спутников до 32 единиц, что позволит развернуть сеть на уровень полноценной работы к началу 2026 г. Если это случится, то компания рассчитывает на подключение порядка одного миллиарда устройств (по крайней мере,

такие планы были озвучены в рамках раунда привлечения инвестиций).

Вот тогда и увидим, что из всего этого получится.

По материалам

<https://xakep.ru/2007/07/05/39105/>,

<https://habr.com/ru/companies/dsec/articles/685514/>,  
<https://skillbox.ru/media/code/chtotakoe-bluetooth-i-kak-on-rabotaet/?ysclid=lwkcvrvdw3726184601>,

<https://zoom.cnews.ru/news/item/599756?ysclid=lvw4rfbhjs576537830>,

[https://itcrumbs.ru/dalnoboynjy-bluetooth-rabotaet-na-rasstoyanii-do-600-kilometrov\\_92230](https://itcrumbs.ru/dalnoboynjy-bluetooth-rabotaet-na-rasstoyanii-do-600-kilometrov_92230),

[https://www.cnews.ru/news/top/2024-05-07\\_sputnik\\_vpervye\\_ustanovil](https://www.cnews.ru/news/top/2024-05-07_sputnik_vpervye_ustanovil),

<https://hi-tech.mail.ru/news/109491-sputnik-vpervye-ustanovil-soedinenie-s-zemlej-po-bluetooth/>,

<https://podberitariff.ru/blog/post/589/dalnoboynjy-bluetooth-kak-rabotaet-i-kakie-preimushchestva-imeet/?ysclid=lvkdsxxzjz900058085>

## УКВ-блок с увеличенным динамическим диапазоном для радиоприёмников "Океан" и Selena

### Часть 2

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

*В этом разделе освещены особые моменты при подборе компонентов и монтаже УКВ-блока с увеличенным динамическим диапазоном. Даны рекомендации для проведения измерений. Таким образом, этот проект станет подъёмным и для менее опытного радиолюбителя, если в распоряжении есть измеритель АЧХ до 120 МГц (желательно до 250 МГц) и измеритель RLC для типичных УКВ-компонентов — катушек индуктивности от 1 нГн и конденсаторов от 0,1 пФ. При хорошей подготовке компонентов получается проект "выходного дня".*

### 1. Особенности монтажа и налаживания

Ниже приводятся особенности монтажа и налаживания УКВ-блока с увели-

ченным ДД. Основные моменты были обсуждены ранее в [1, 2]. Сначала проводят монтаж и налаживание отдельных узлов, которые затем не подлежат никакой коррекции. Монтаж проводит-

ся на печатной плате, показанной на рис. 1.

#### 1.1. Заградительный фильтр 205±21 МГц

Если нет возможности измерением проверить этот узел, лучше его не устанавливать и взамен резистора R8 поставить SMD-перемычку (0R0 типоразмера 1206 или 0805). Другие настройки от этого не зависят. Однако позже уже не получится установить этот узел и измерить его параметры без частичного демонтажа уже установленных элементов. Устанавливают элементы L7, L8, C16, C17, R8. Применены катушки индуктивности по 15 нГн в корпусе типоразмера 0603, конденсаторы типоразмера 0805 или 0603 (рис. 2). Проверяют АЧХ заградительного фильтра в диапазоне 205±21 МГц при входном и выходном импедансе измерителя по 50 Ом. АЧХ должна иметь провал на 6...8 дБ, как показано на рис. 3 (цена деления по вертикали — 2 дБ/дел.). Конденсатор C16 отвечает за провал на частоте 220 МГц, конденсатор C17 — на частоте 200 МГц.

#### 1.2. Контур C10L10

Монтируют элементы L10 и C10, здесь использована катушка индуктивности Q-3990. В верхние три её секции наматывают по три витка провода диаметром 0,07...0,1 мм. Для катушек индуктивности Q-3966 и Q-3961 потребуются восемь витков, при этом удаляют нижние витки заводской обмотки. Для налаживания параллельно конденсатору C10 временно устанавливают конденсатор ёмкостью 15 пФ, который имитирует присутствие конденсаторов



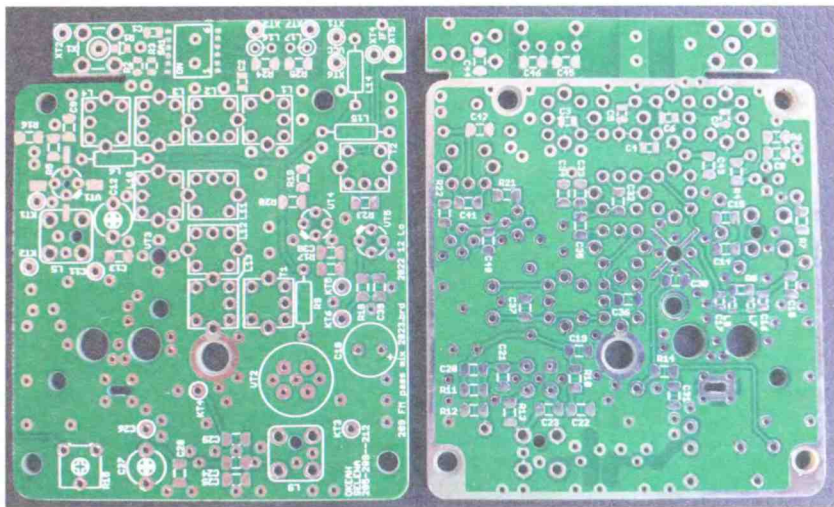


Рис. 1

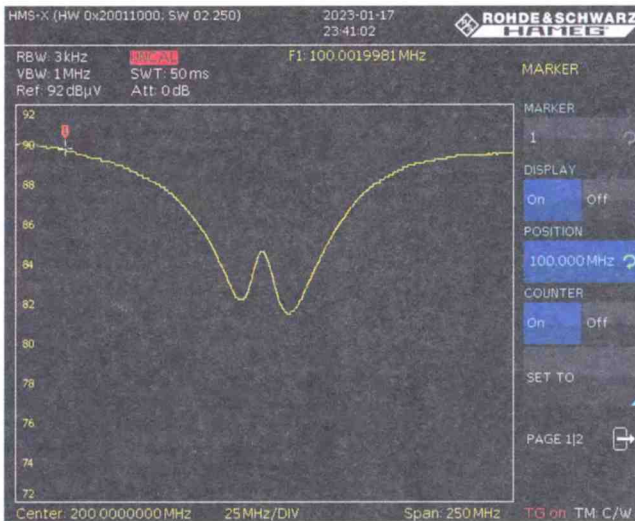


Рис. 3

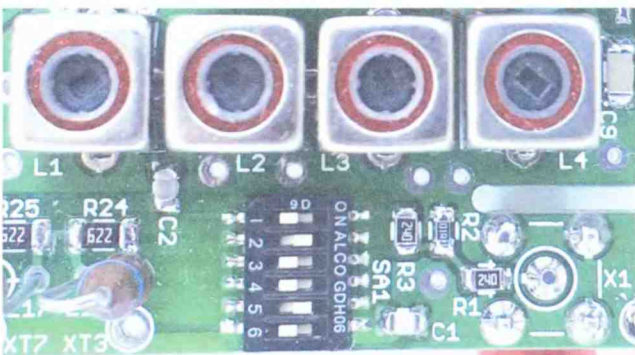


Рис. 4

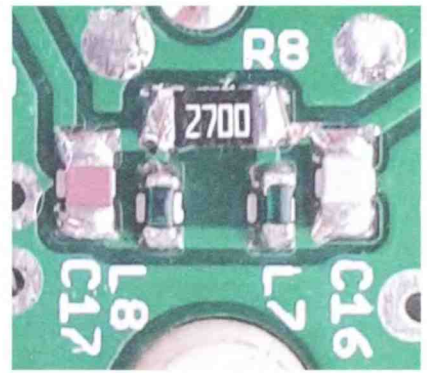


Рис. 2

лей подключают к общему проводу УКВ-блока.

#### 1.4. Трансформатор ПЧ Т1

Трансформатор Т1 изготавливают на базе АМ-КПИ типа "гантель-чашка" в экране размерами 7×7 мм. На каркас наматывают симметрично 10+10 витков провода диаметром 0,07...0,12 мм без скрутки, индуктивность этой обмотки — не менее 3+3 мкГн (общая индуктивность — 12 мкГн), что не критично в сторону большего значения. Подборкой конденсатора С37 приводят индуктивность этого трансформатора в резонанс на частоте 10700 кГц аналогично налаживанию с катушкой L10. Устанавливают максимум коэффициента передачи и нулевую фазовую ошибку, при этом следует учесть ёмкость щупа осциллографа — около 15 пФ. Цифровые двухканальные осциллографы даже среднего сегмента могут выдать ложный сдвиг фазы из-за поочерёдной обработки сигналов в процессоре. Поэтому нужно сначала к измеряемой цепи подключить поочерёдно оба канала вместе в одну КТ и выявить ложное наблюдаемое смещение. Также в обоих каналах надо установить одинаковую полосу пропускания. Осталось загадкой, почему программисты разных производителей не первое десятилетие не

на резонанс этот контур. Позже подстроечник катушки L10 больше не вращать, его надо зафиксировать от случайной прокрутки. Убирают временно установленный конденсатор.

#### 1.3. Антенный диплексер

Устанавливают дроссели L16 и L17. Если применить дроссели с высокой добротностью (EC24), устанавливают резисторы R24 и R25 сопротивлением 3,3...10 Ом. Подборкой конденсаторов C45 и C46

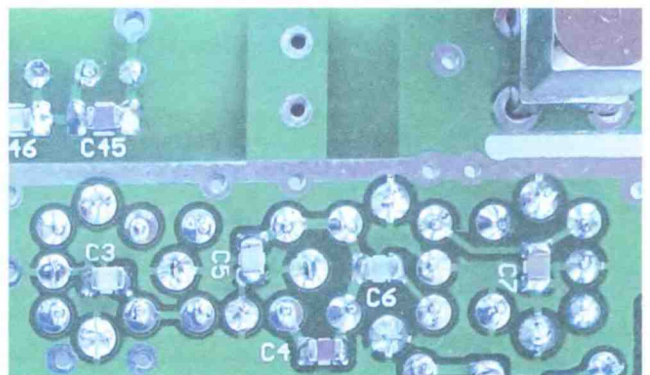


Рис. 5

С11—С15. Кстати, конденсатор такой же ёмкости получается при подключении к КТ2 щупа 10:1 с входной ёмкостью 13...15 пФ. Подав сигнал частотой 10700 кГц через резистор 200...400 Ом, подстроечником катушки настраивают

добиваются лучшего подавления сигналов (33 дБ) УКВ-диапазона между контактами ХТ3 и ХТ7 с резонансами на частотах 90 МГц и 105 МГц, при использовании измерителя АЧХ с импедансом 50 Ом. Оплётку соединительных кабе-

устраняют эту недоработку. Даже в новых осциллографах категории за 100 тыс. рублей можно такое наблюдать и затем долго искать неисправность в своём самодельном трансформаторе.



## 1.5. Антенный переключатель и аттенуатор

Этот узел выручит при налаживании входного фильтра. Полностью монтируют его элементы (в том числе и конденсатор С1) типоразмера 0805 или 0603. Угловой разъем SMA (X1) рассчитан на удобное подключение кабеля к приёмнику, его можно установить с любой стороны.

Резисторы R1—R3 можно подбирать для получения другого затухания [1]. Переключатель (ширина 7,62 мм) нужно идеально разместить на посадочном месте и хорошо пропаять, не экономя флюс, потом всё хорошо промыть и только в конце снять защитную фольгу.

## 1.6. Входной фильтр и согласование с УВЧ

До монтажа фильтра нужно откалибровать измеритель АЧХ и установкой последовательных резисторов довести его импеданс до нужного значения, на выходе — 75 Ом, на входе — 75 Ом (или 18 Ом). АЧХ самой измерительной цепи должна быть изначально без острых резонансов от длинных и не согласованных кабелей, их длина должна быть

ны конденсаторы типоразмера 0805 или 0603 (рис. 4, рис. 5), катушку L1 устанавливают с удалением среднего вывода (изделие Q-3990). В схеме указана компоновка на основе КПИ Q-3990 с оригинальной обмоткой. Это обеспечит хорошую добротность и замкнутость магнитного потока, и всё это при отличной экранировке. Используя другие КПИ, нужно добиться их индуктивности 360...400 нГн и подборкой конденсаторов С3 и С5 добиться ровной вершины АЧХ фильтра.

Подключают измеритель АЧХ (75 Ом) к входу и выходу фильтра, при этом должна получиться АЧХ, показанная на рис. 6, с затуханием на вершине около 12 дБ. После вычета затухания измерительной цепи (в моём случае 8,1 дБ) получим для самого фильтра затухание в интервале 3,6...3,9 дБ. Небольшой подъём АЧХ на частоте 65 МГц возникает от длинного кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом из-за неполного согласования, с коротким кабелем импедансом 75 Ом этого подъёма нет.

Устанавливают Г-образное согласующее звено L4C7. В катушке индуктивности L4 (изделие Q-3990) отсоединяют оригинальную обмотку на верхнем её конце и тем же проводом наматывают

Проверяют индуктивность катушки L4 с запасом на подстройку —  $51 \pm 5$  нГн. Подают сигнал на входной аттенуатор, и после катушки L4 временно устанавливают нагрузку — резистор 27 Ом между нижним по схеме выводом катушки L4 и общим проводом. При подключении измерителя АЧХ с входным импедансом 50 Ом получим штатную нагрузку 18 Ом. Должна получиться АЧХ, показанная на рис. 7, с ровной вершиной в диапазоне 87...108 МГц. Измерение без соединительных кабелей показало отсутствие подъёма АЧХ на частоте 65 МГц. Узел согласования L4C7 добавит около 0,2 дБ затухания по мощности при качественном исполнении катушки L4.

Подавление сигнала на частоте 10700 кГц составляет более 50 дБ при источнике сигнала импедансом 75 Ом и нагрузке сопротивлением 18 Ом. Но телескопическая антенна на частоте 10700 кГц имеет высокий импеданс, и реально действующее затухание (по полю) при радиоприёме от ТА превысит 70 дБ на входе УВЧ.

Сигналы авидиапазона 118...135 МГц подавлены на 10...30 дБ, на частоте 145 МГц обеспечено подавление не менее 50 дБ с учётом плохого КПД полностью выдвинутой ТА в этом диапазоне. В заключение удаляют все временно установленные элементы.

## 1.7. Согласование входа УПЧ

Устанавливают катушку L13 (изделие Q-3990), содержащую 2+3+2 витков в верхних трёх секциях, и проверяют её индуктивность — 520 нГн. Устанавливают конденсатор С36 и подают на него сигнал от источника с импедансом 75 Ом, на КТ5 (или КТ6) устанавливают нагрузку сопротивлением 25 Ом с учётом импеданса измерительного прибора. К примеру, измеритель АЧХ (50 Ом) можно подключить к КТ6, а к КТ5 подключить резистор сопротивлением 51 Ом. Трансформатор Т1 ранее был установлен и настроен. В диапазоне 10...11 МГц наблюдается широкий максимум АЧХ, на частоте 20 МГц имеется значительный её спад. Коэффициент передачи по напряжению в идеале должен быть 0,57, реально 0,55 можно считать нормой. Немного лучшие результаты дало применение катушки индуктивности Q-3966 с обмоткой 2+2+2 витков в верхних трёх секциях.

## 1.8. Фильтр ПЧ и согласование с УПЧ

Монтируют элементы фильтра ПЧ (рис. 8). Для изготовления катушек L11 и L12 использованы высокие многосекционные каркасы Q-3966 (или Q-4157), содержащие 25(27) витков обмоточного провода диаметром 0,1 мм в верхних пяти секциях каркаса. Индуктивности этих катушек должны быть по 9 мкГн с резервом подстройки. Сигнал от источника с импедансом 60 Ом подают на КТ2, сигнал снимают с КТ5 (или КТ6) с импедансом 25 Ом. Настраивают АЧХ в соответствии с рис. 9 (масштаб — 500 кГц/дел).

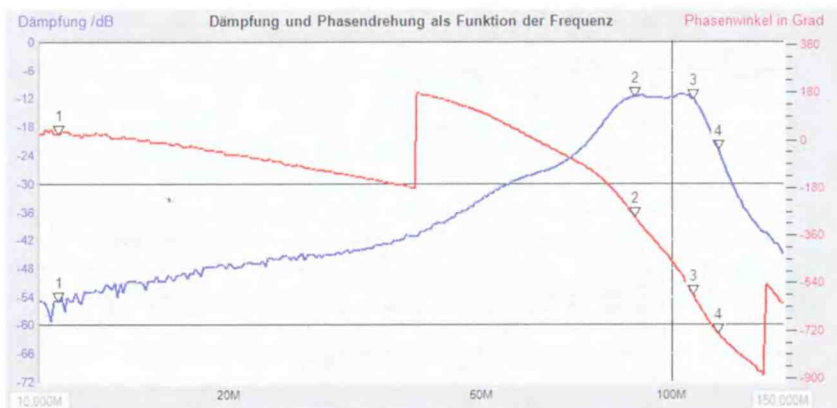


Рис. 6

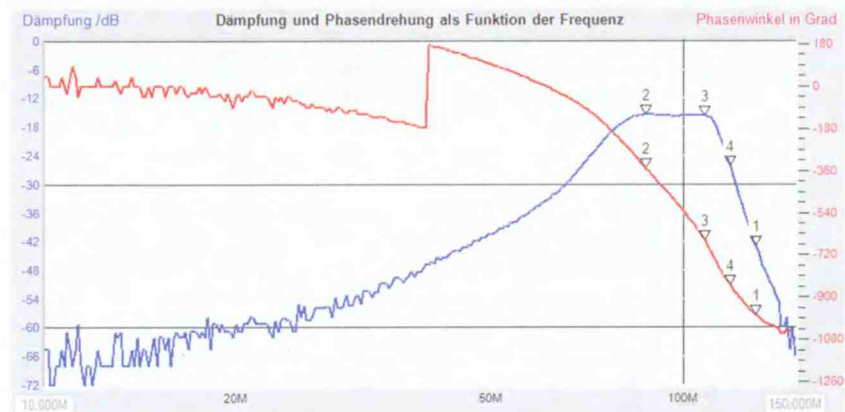


Рис. 7

не более 30 см, или лучше вообще обойтись без них.

Устанавливают элементы фильтра (без элементов L4, C7), здесь примене-

вают по одному витку во второй и третьей секциях снизу, провод выводят крест-накрест для полного витка, в результате получается 2,25 витка.



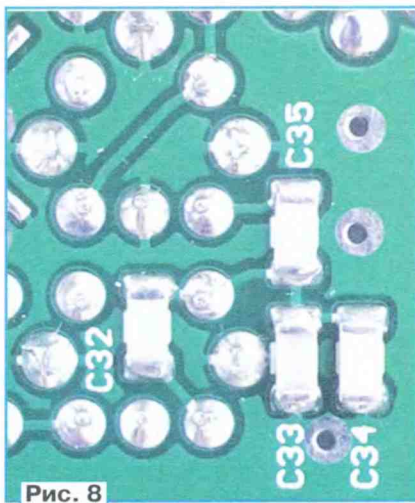


Рис. 8

Полоса пропускания по уровню  $-6$  дБ должна быть шириной  $1,5...1,8$  МГц. Подборкой конденсатора С34 (связь между контурами) добиваются ровной АЧХ в КТ2 (жёлтый график), и горб в КТ5 или КТ6 — с почти ровной вершиной на частоте  $10700$  кГц с полосой  $\pm 300$  кГц (синий график). Жёлтая АЧХ с затуханием ровно  $50\%$  от интерполированного максимума при холостом ходу свидетельствует об идеальном согласовании со смесителем ( $60$  Ом). Синяя АЧХ на выходе на нагрузке  $25$  Ом "отстаёт" от идеала всего на  $10\%$  по уровню, это примерно  $1$  дБ затухания в согласованном фильтре. Это достигнуто высоким качеством катушек L11, L12 и L13 и обеспечит малый шум в узле пассивного смесителя с буферным МШУПЧ.

## 2. Монтаж активных узлов

### 2.1. Линии питания и цепи смещения

Устанавливают все дроссели, блокировочные конденсаторы, цепи смещения, проверяют напряжения при подключении питания. Рекомендуется временно последовательно с контактом XT1 установить защитный диод, так как напряжение питания "непривычно" минусовое. Особенно легко выйдет из строя транзистор VT3 из-за подачи на его затвор напряжения неправильной полярности. Настраивают БП таким образом, чтобы на линию питания УКВ-блока поступало напряжение  $-5,6$  В при потребляемом токе  $5...8$  мА.

### 2.2. МШУПЧ и выход к ПКФ

Подбирают транзисторы для УПЧ, у них должно быть  $h_{21Э} \geq 55(90)$  при токе  $0,5(1)$  мА. Для транзисторов ГТ322Б устанавливают резисторы R17 = R18 =  $1,5$  кОм для тока покоя  $0,67$  мА. Устанавливают все компоненты, трансформатор T2 мотают обмоточным проводом  $0,07$  мм, выходная обмотка (L22) содержит 7 витков в нижних двух секциях изделия Q-3966 (из пяти под ферритовой чашкой) или в трёх секциях изделия Q-4157. Контурная обмотка (L21) — симметричная  $12+12$  витков распределена во всех секциях. Подбирают резистор R23 так, чтобы при под-

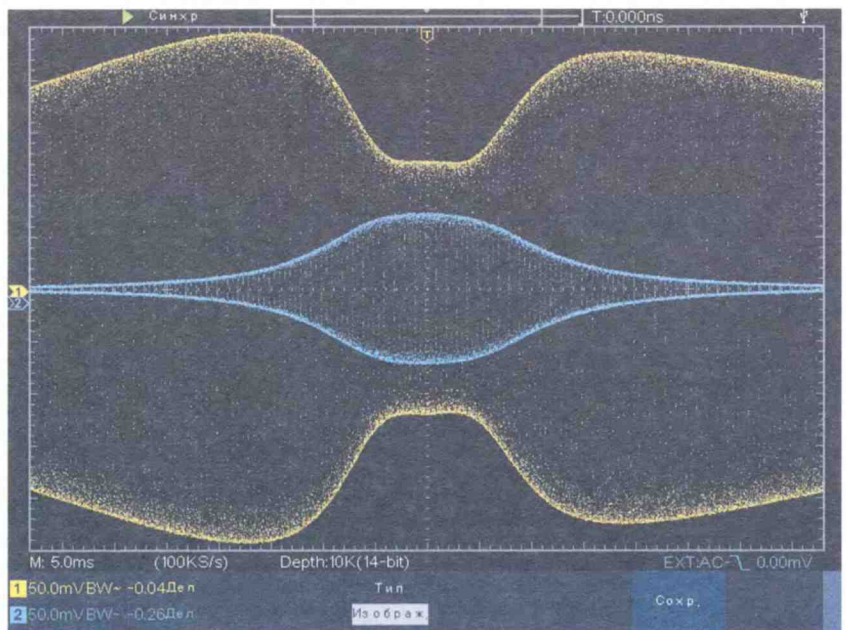


Рис. 9

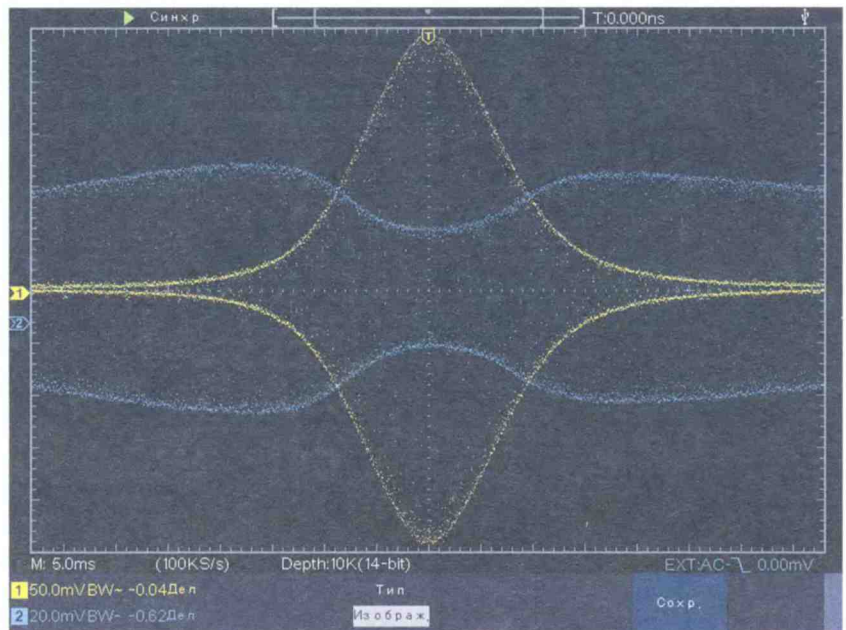


Рис. 10



Рис. 11

ключении штатной нагрузки  $270...360$  Ом к контактам XT4, XT5 уровень сигнала уменьшился на  $50\%$ . АЧХ показана на

рис. 10 (масштаб —  $500$  кГц/дел), на КТ2 (синий) до выходной нагрузки (жёлтый) доминирует трансформа-

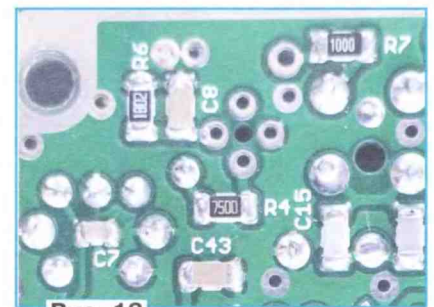


Рис. 12



## 2.4. Выходной контур УВЧ и сквозная АЧХ

Устанавливают все оставшиеся конденсаторы выходного УВЧ-контра (рис. 14, рис. 15), но пока без двухсекционного КПЕ. На рис. 14 показан импортный подстроечный конденсатор синего цвета (максимальная ёмкость — 7 пФ), лучше было бы заменить его бейлым (максимальная ёмкость — 10 пФ) или отечественным керамическим (диаметром 5 мм) для улучшения температурной компенсации. Наматывают на заводской каркас УКВ-КПИ от радио-

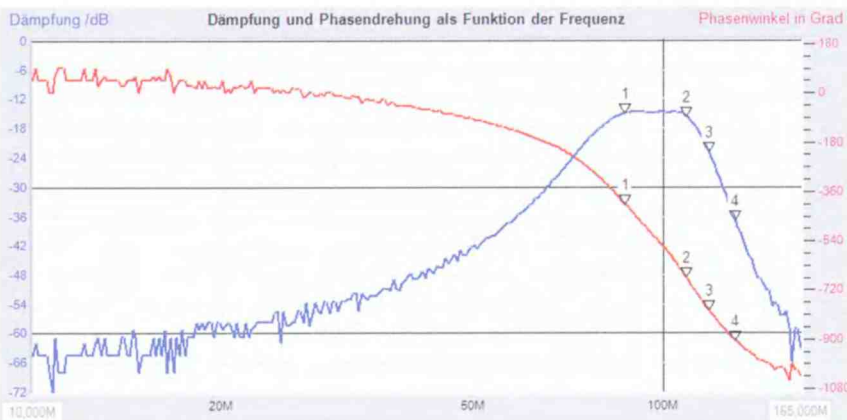


Рис. 13

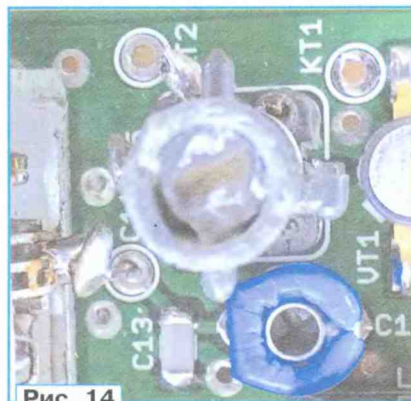


Рис. 14

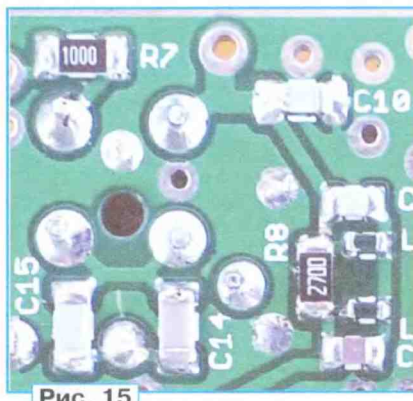


Рис. 15



Рис. 16

тора Т2 с полосой пропускания чуть более 1 МГц. Усиление от КТ2 до выхода на ПКФ составляет 14 дБ (5 раз) на частоте 10700 кГц.

Для ПКФ с полосой пропускания 280 кГц это вызывает дополнительный подъём АЧХ на вершине не более чем на 1 дБ. На этом этапе можно убедиться в том, что двухтональный ПЧ-сигнал размахом  $2 \times 41$  мВ от смесителя (КТ2, 60 Ом) доходит до КТ5 или КТ6 с уровнем  $2 \times 25$  мВ, что вызывает в УПЧ компрессию на 1 % и  $IM_3 = -40$  дБ. На выход (нагрузка 270 Ом у ХТ4, ХТ5) при этом поступает сигнал размахом  $2 \times 180$  мВ, на что и был рассчитан новый тракт УПЧ.

### 2.3. Стыковка входного фильтра с УВЧ

Устанавливают элементы УВЧ с резистором R7 (рис. 11, рис. 12) и соединяют правый по схеме вывод этого резистора с общим проводом временной проволочной перемычкой. Для транзистора VT1 получается низкоомная нагрузка, удобная для подключения измерителя АЧХ к КТ1.

Сигнал с КТ1 снимают через разделительный конденсатор и добавочными резисторами обеспечивают согласование с соединительным кабелем. Скорее всего, придётся временно установить параллельно резистору R7 резистор сопротивлением 100(300) Ом для кабеля с волновым сопротивлением 50(75) Ом. Корректируют АЧХ входного фильтра (рис. 13), при этом надо следить за уровнем сигнала на эмиттере транзис-

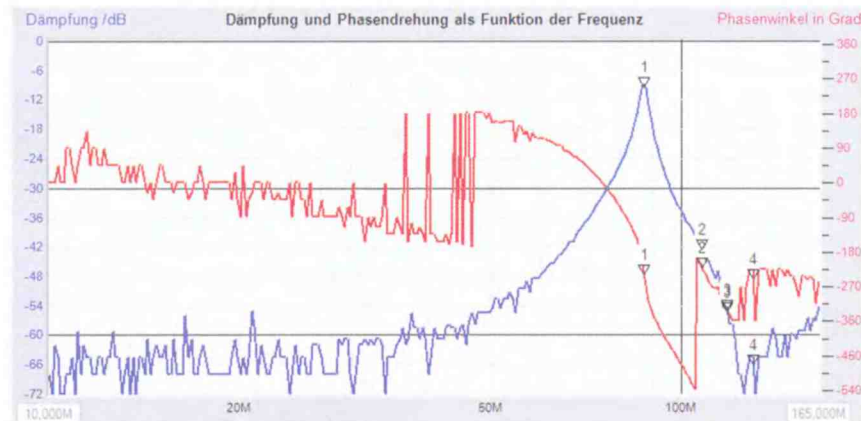


Рис. 17

тора VT1, его размах должен быть не более 20 мВ. Сигналы авиадиапазона (зеркальный канал 118...129 МГц) подавлены не менее чем на 7...20 дБ (маркеры 3 и 4).

Так как входной импеданс транзистора VT1 зависит от тока покоя, нужно убедиться, что при напряжении питания —5,6 В полученная АЧХ оптимальная. Если при другом напряжении питания АЧХ более "правильная", нужно подобрать резистор R5 или проверить качество транзистора на предмет его эмиттерного импеданса. Если в УВЧ установить германиевый транзистор, надо увеличить сопротивление резистора R4 до 820...910 Ом.

приёмника "Океан-209" новую обмотку для L5 — 5,5 витка с началом от нижнего вывода. Отвод надо сделать от 2,75 витка, считая от горячего конца (рис. 16). Для вывода горячего конца на печатной плате имеются два отверстия, чтобы можно было подогнать индуктивность при неудачном расположении подстроечника. Индуктивность катушки должна быть 150 нГн при интервале её подстройки 145...155 нГн.

Последним устанавливают восстановленный двухсекционный КПЕ, при этом под его шасси потребуется подложить шайбы. Измеряют АЧХ, подавая сигнал на вход блока от источника сопротивлением 75 Ом, снимают сигнал с КТ2



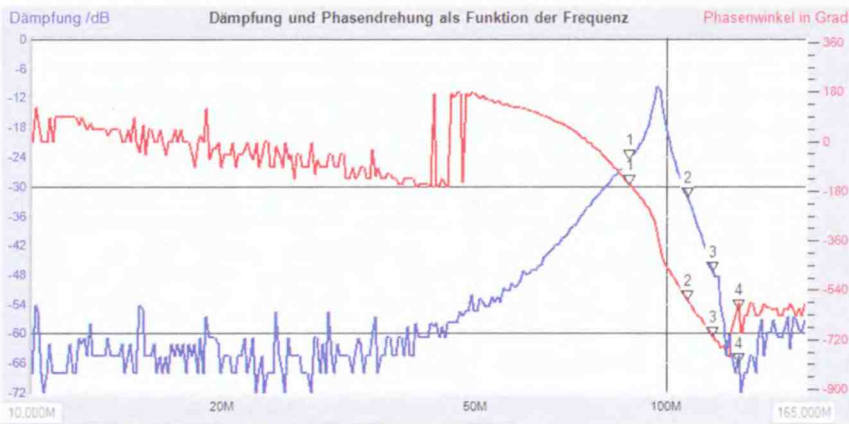


Рис. 18

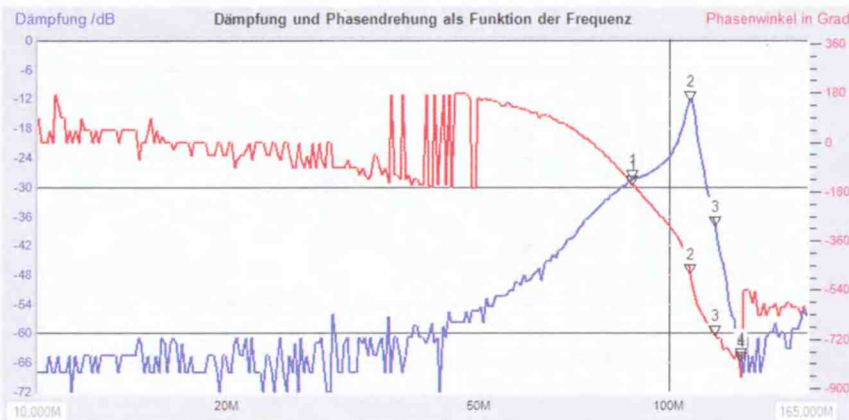


Рис. 19

с сопротивлением 60 Ом с коротким кабелем. Налаживают перекрытие по частоте 87,2...107,9 МГц без экранировки УКВ-блока. С общей экранировкой всё перекрытие по частоте сместится вверх и должно быть 87,4...108,1 МГц.

Проверяют сквозную АЧХ от антенного входа до выхода УВЧ, она при настройке контура УВЧ на частоте 87,2 МГц принимает вид в соответствии с рис. 17. Первой бросится в глаза высокая селективность контура, его полоса пропускания — 2 МГц, что соответствует рабочей добротности 45. Сигнал частотой 10700 кГц подавлен на более чем 80 дБ, в целом сигналы КВ-диапазона хорошо подавлены, и вечером на природе не было замечено интермодуляционных помех при УКВ-приёме слабо заполненного эфира. Сигналы диапазона 144...165 МГц сильно подавлены, так как верхняя по схеме часть катушки L5 и контурная ёмкость работают как последовательный заграждающий контур в области частоты 150 МГц. Сигналы диапазона OIRT 65...73 МГц подавлены на 36...24 дБ, а густо заполненный мегаполисный радиоэфир в диапазоне 100...108 МГц подавлен на более чем 26 дБ и не вызывает проблемы в смесителе. Зеркальный канал приёма на частоте 108 МГц подавлен на 36 дБ, а в диапазоне 108...118 МГц редко встречаются мощные сигналы. Сигналы авиadiaпазона подавлены на 46 дБ.

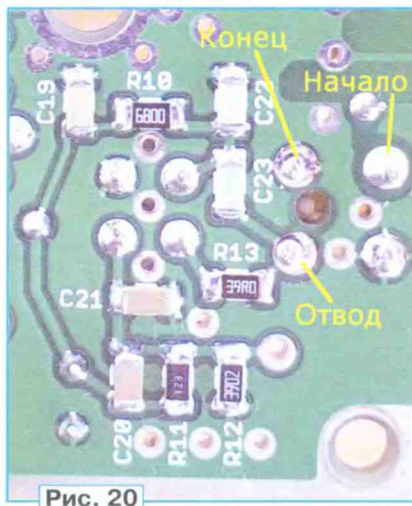


Рис. 20

При приёме на частоте 97 МГц (рис. 18) высокая селективность выходного УВЧ-контура реализуется на краях УКВ-диапазона (подавление — 15...20 дБ), что заметно уменьшит число мощных сигналов, поступающих на смеситель. Подавление зеркального приёма на частоте 118 МГц составляет более 36 дБ. Диапазон OIRT подавлен надёжно на 30 дБ. Радиоприём в диапазоне 100...107 МГц подавлен на 36...50 дБ, здесь сыграет высокая добротность выходного контура УВЧ (около 50), чего

нет в заводских УКВ-блоках и в универсальном УКВ-блоке [1, 2] (рис. 19).

Полная экранировка блока обеспечит хорошее подавление на удалённых частотах, поэтому не грозит образование ложных сигналов от помех в области гармоник гетеродина.

## 2.5. Гетеродин

Сначала демонтируют КПИ гетеродина из старого УКВ-блока, восстанавливают её каркас, наматывают новую обмотку катушки L9 в соответствии с маркерами на рис. 20. Начинают с горячего конца, как можно ближе к нижней части. Это обеспечит в целом пониженную индуктивность по сравнению с обычной заводской намоткой. Печатная плата позволит скорректировать индуктивность на  $\pm 0,5$  витка для получения значения 114 нГн с учётом разброса по проводу и каркаса с резервом для настройки в интервале 110...118 нГн. В отличие от заводского или универсального УКВ-блока, тут важно, чтобы индуктивность КПИ попала "в точку", так как высокая добротность требует отличного сопряжения контуров, и блок рассчитан на подборку контурных конденсаторов.

Монтируют элементы гетеродина, в том числе конденсаторы C29 и C30 (рис. 21). Транзистор VT2 должен иметь малый обратный ток от коллектора к базе и  $h_{213} > 50$ , желательно  $h_{213} > 70$ . Подстроечный конденсатор C27 желательно подобрать керамический с явно отрицательным ТКЕ, хорошо работает отечественная керамика. Конденса-

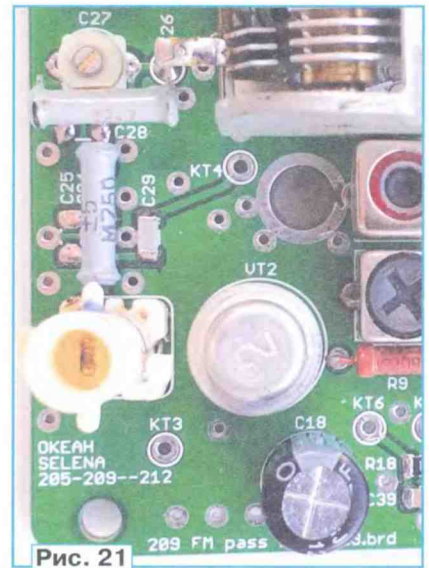


Рис. 21

тор C28 ёмкостью 2,7 пФ с ТКЕ M700 (M750) найдётся в заводском ЧМ-детекторе радиоприёмников "Океан-205", "Океан-209". Конденсатор C24 ёмкостью 39...51 пФ подобрать и ТКЕ M750 и соответственно подобрать ёмкость конденсатора C25, чтобы в сумме ёмкость конденсаторов C24 и C25 была 58 пФ. Трубочные конденсаторы часто имеют у одного из выводов цветную маркировку (внешний электрод на трубке), этот вывод нужно установить на более "холодный" или заземлённый конец в



контуре для снижения паразитного излучения. На месте указанных конденсаторов с ТКЕ М750 можно установить SMD-конденсаторы типоразмеров 1206, 0805 из керамики NPO (бывает отечественного производства и М47, что лучше), это обеспечит терпимый для домашней работы приёмника частотный дрейф частоты гетеродина около -10 кГц/К вместо почти нулевого ТКЧ.

Подстроечником КПЕ устанавливают перекрытие гетеродина в диапазоне 97,9...118,6 МГц (с экранировкой будет 98,1...118,8 МГц).

### 2.6. Уровень сигнала гетеродина на смесителе

Подключают осциллографический щуп (10:1 с входной ёмкостью 13,5 пФ) к КТ4 с очень коротким заземлением и измеряют размах сигнала гетеродина. В осциллографе устанавливают максимальную полосу пропускания. Многие осциллографы включаются по умолчанию с полосой пропускания до 20 МГц. В моём примере получился размах 700 мВ. С учётом ёмкости транзистора (около 0,3 пФ), ёмкости печатных проводников (около 3 пФ), конденсатора С30 (12 пФ) и ёмкости щупа получим с помощью расчёта 1500 мВ для случая без щупа. В основном мощность генерации определяется ёмкостью конденсаторов в цепи эмиттера, током покоя (устанавливают подборкой резисторов R9—R11) и качеством транзистора. Не стоит излишне увеличивать амплитуду генерации, чтобы в гетеродине ограничение амплитуды не привело к увеличению шума, дрейфа частоты и избытку гармоник. Лучше бы увеличить ёмкость конденсатора С29 и уменьшить ёмкость конденсатора С28.

### 2.7. Монтаж полевого транзистора

Подобранный ранее по сопротивлению канала транзистор VT3 устанавливают на своё посадочное место с уже установленными элементами обвязки (рис. 22). Вывод затвора имеет диагональный срез. Надо избегать статического электричества, нашими врагами тут являются синтетическая одежда,



Рис. 22

сухой воздух, пластмассовая рабочая поверхность, незаземлённый паяльник, лишнее трение кресла и ног по ковру. Надо заранее помыть руки, вынуть транзистор из упаковки и больше не терять его контакт с рукой, никуда его не выкладывать. Чистыми пальцами его придерживают на плате, припаивают один электрод. Не выпуская плату из рук, её разворачивают и припаивают остальные выводы. Хуже всего, если из-за излишней осторожности многократно прерывать контакт рук с транзистором и платой, а потом с вновь набранной высоковольтным зарядом статики продолжить. Один раз взять в руки и не отпускать до конца процесса. Если выложили паяльник из руки, каждый раз непосредственно перед его использованием с помощью металлического предмета выровнять статический потенциал с собой и печатной платой. Такое простое "домашнее" правило позволит обеспечить защиту полевых транзисторов или КМОП-микросхем от статики. Движок подстроечного резистора R15 надо установить в среднее положение.

### 3. Проверка настроек

Как отмечено ранее, налаживание отлично получается с помощью SDR в качестве измерительного УПЧ. Для этого переключают антенный вход на приём с ТА, подключают проволочную антенну длиной 1 м к входу (ХТ3). Для антенны следует использовать как можно более толстый провод (например, оплётку от коаксиального кабеля). SDR подключают к контактам ХТ4, ХТ5, желательно через ВЧ-трансформатор 4:1 (по импедансу). Настраивают его приём на частоту 10700 кГц с полосой обзора не менее 1 МГц. Подстроечным резистором R15 устанавливают напряжение смещения на затворе транзистора VT3, чтобы получить максимальный коэффициент передачи смесителя. На экране увидим в районе частоты 10700 кГц небольшую "дугу" шумового спектра УКВ-блока. Возможная несимметричная деформация, в первую очередь, может быть от рассогласования настроек гетеродина и УВЧ-контура, если фильтр ПЧ был налажен качественно. Гетеродин уже не трогают, все коррекции делают в выходном контуре УВЧ. Если заранее всё было настроено правильно в отдельности, крутить ничего не нужно, радуемся получившейся картине.

На экране в области частоты 10700 кГц отчётливо появятся ЧМ-сигналы местных радиостанций и, наверное, компьютерные помехи. Вращением КПЕ убеждаются в работоспособности во всём диапазоне. Все сигналы должны перемещаться по частоте с одинаковой скоростью, что свидетельствует об отсутствии преобразования на гармониках гетеродина и не должно быть "встречных" движений (приём по зеркальному каналу). Не должно быть "гуляющих" сигналов, что указывает на самовозбуждение на СВЧ в одном из узлов. В случае наличия таких сигналов надо проверить качество блокировочных конденсаторов, увеличить сопротивление коллекторных резисторов.

При идеальной компоновке элементов УВЧ и контура гетеродина их расхождение составляет не более 20 кГц (расчёт), и после налаживания не должно быть замечено расхождение.

### 3.1.1. Усиление и шум

Усиление по напряжению от антенного входа (75 Ом) до нагруженного выхода ПЧ (270 Ом) составляет 22 дБ (по мощности +16 дБ), и этого с хорошим УПЧ достаточно. Такой УКВ-блок подошёл бы и в других приёмниках.

Расчёты с учётом шума УПЧ на основной плате и сборки из двух ПКФ показывают системный  $K_{ш}$  приёмника около 5...6 дБ. По данным из множества публикаций на частоте 100 МГц шум эфира редко доходит до 3 дБ, чаще имеется 4...6 дБ, и это бывает за городом и на природе. В большом городе можно радоваться, если на крыше здания шум эфира не превышает 10 дБ от городских помех.

### 3.1.2. Установка и стыковка ПКФ

После установки УКВ-блока в приёмник линию связи к УПЧ делают в виде скрученной двухпроводной линии без экранировки. Питание и заземление берут от новой главной платы. Проверяют общую работоспособность приёмника. АЧХ последующего фильтра налаживают, снимая сигнал с коллектора транзистора первого каскада УПЧ, его резонансную нагрузку блокируют конденсатором ёмкостью 33 нФ. Подают сигнал ПЧ на КТ2 в УКВ-блоке, деактивируют гетеродин, соединив КТ3 с общим проводом, и подборкой резистора R23 и подстройкой трансформатора T2 до получения лучшего результата. При тщательном предварительном налаживании УКВ-блока и УПЧ сразу образуется правильная АЧХ.

### 3.1.3. Результаты работы УКВ-блока

Приёмник во всех случаях эксплуатации в природе и в загородном доме показал отличную чувствительность. Скорее всего, это случилось не по причине сверхвысокой предельной чувствительности (нет сверхмалого  $K_{ш}$ ), а по причине полного отсутствия интермодуляционного шумового фона.

В большом городе с одним радиопередатчиком центром на расстоянии 1,5 км от него в зоне прямой видимости пришлось задвинуть ТА на половину, чтобы исчезли ложные сигналы на всех каналах. Другие дорогие налаженные брендовые приёмники совсем не справились с этой обстановкой, даже при полностью вставленной ТА. В областном центре приёмник с лёгкостью принимал сигналы из соседних районных центров (расстояние — 30...50 км), он стоял на подоконнике, приём с ТА на 9-м этаже, в окно виден радиопередатчик центр.

На практике не наблюдается мешающий зеркальный приём или внеполосовые помехи. Полностью отсутствует эффект затягивания частоты гетеродина от воздействия мощных сигналов,



частота гетеродина крайне стабильна во времени и при изменении температуры. Эффект блокировки по шуму гетеродина не наблюдается, мощный гетеродин с НЧ-блокировкой и без варикапов делает своё дело.

#### 4. Улучшение комплектации

Если во входном узле для изготовления катушек индуктивности L1—L4 применить изделие Q-3985 с подстроечником из феррита для высоких КВ и УКВ, затухание уменьшится до 0,8...1 дБ и  $K_{ш}$  приёмника будет 3,3...3,5 дБ. Это уже соизмеримо с шумом тихого "деревенского" УКВ-эфира, и приёмник станет "круглогодичным" для мегаполиса и дачи. Изделие Q-3985 сложно разбирать, но используемый в её конструкции клей — вязкий и при умеренном воздействии растягивается до отрыва и прокруткой ферритовой чашки. Новые КПИ и схема входного фильтра показаны на рис. 23 и рис. 24, топология схемы и платы останется без изменений, у компонентов номиналы — новые, L1 и L3 — идентичные и на фото показаны с разных сторон.

Обмотка для катушки L2 — плотная из семи витков, а у катушек L1 и L3 обмотка также семь витков, но с промежутком, чем достигается правильная разница у катушки L2 по индуктивности при оптимальном ввинчивании подстроечника в катушку. Для намотки использован обмоточный провод диаметром не менее 0,15 мм, лучше 0,2 мм. Провода обмоток всегда выведены крест-накрест в зоне действия феррита для полного замыкания витков без внешних полей.

АЧХ входного фильтра и узла согласования до выхода на транзистор VT1 показана на рис. 25. Для измерения соединительные кабели не использованы, подключение сделано близко к разъёмам измерителя АЧХ, сделана подгонка импедансов 50 Ом с помощью дополнительных резисторов. В результате затухание во входном узле от ТА до транзистора VT1 по мощности составляет не более 1 дБ, и это есть главный результат улучшения, подавление внеполосовых сигналов в целом улучшилось незначительно, на 1...3 дБ.

Второе улучшение касается трансформатора T1, и в этот раз он выполнен на кольцевом магнитопроводе K7×4×2 из феррита M400НН (можно 200НН—600НН), и потери в нём крайне малы. Но потери тут не главное, куда важнее идеальная магнитная связь обмоток на более чем 96 %, что на мягких ферритах серий M600НМ—1000НМ не получается при КВ-частотах. Обмотки — строго симметричные 6+6 витков обмоточным проводом 0,15 мм с плотной скруткой. Индуктивность каждой обмотки составляет 16 мкГн, допускается значение 10...20 мкГн. Трансформатор удобно поместить на срезанном карка-

Рис. 23

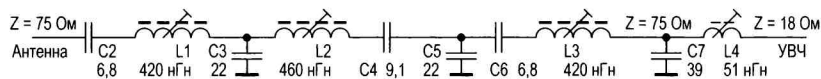


Рис. 24

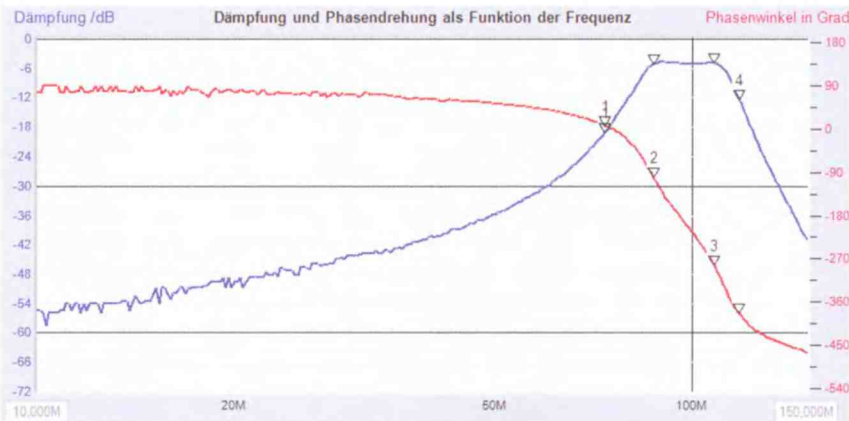


Рис. 25

се импортных КПИ размерами 7×7 мм или закрепить его пластмассовым винтом M3 на каркасном изделии Q-4193 с резьбой M3. Желательно для этого трансформатора тоже подобрать конденсатор C37 для компенсации реактивного импеданса на частоте 10700 кГц. Такое исполнение с идеальной магнитной связью между эмиттерами МШУПЧ снизит интермодуляционный фон на 10 дБ, так как на КТ6 (или КТ5) допускается увеличенный на 3 дБ двухтональный сигнал размахом 2×35(12) мВ для  $IM_3 = -40(60)$  дБ при импедансе 25 Ом. Применены транзисторы VT4, VT5 2Т326Б ( $h_{21э} = 120$ ). При использовании транзисторов КТ3108А, КТ3108В допускается сигнальная смесь

ещё на 20 % больше по размаху. Если бы удалось увеличить магнитную связь до 98...99 %, можно было бы увеличить сигналы ещё в 1,5...2 раза. Но это будут другие габариты и режимы вне рамок этого проекта.

#### 5. Заключение

На описанном выше примере показано, что можно без сложных трансформаторов и без затратного смесителя с громоздким усилителем гетеродинного сигнала построить высоколинейный УКВ-блок, даже без многосекционного КПЕ. Применённые технические решения легко использовать для стационарных приёмников. Если имеется трёхсекционный КПЕ, лучше бы оставить вход УВЧ широкополосным, а выходной УВЧ-фильтр к смесителю сделать на основе связанных контуров при

высокой добротности. Это решит большинство вопросов по селективности в УВЧ и при этом добавит непосредственно в полосу его пропускания ровную на 200...400 кГц вершину АЧХ, в пределах которой допускает расхождение с гетеродином и нет искажений сигнала с паразитными АМ и ФМ. Входной контур с высокой селекцией приобретает смысл только с четырёхсекционным КПЕ. Нужно составить этот контур с крайне высокой собственной добротностью  $Q_c$  (не менее 100, лучше бы 200...300) и этот контур потом существенно нагрузить антенной и входным активным сопротивлением УВЧ-транзистора, чтобы нагруженная добротность  $Q_n$  была не более 10. При соотношении



добротностей  $Q_C/Q_N = 100/10$  (или  $300/10$ ) этот контур ухудшает  $K_{ш}$  примерно на  $1(0,3)$  дБ, и ДД для УВЧ расширяется примерно на 6 дБ по мере ожидаемого снижения числа мощных сигналов. При этом полоса пропускания у входного контура будет около 10 МГц, т. е. УВЧ всё равно должен быть с высокой линейностью. Можно сделать соотношение добротностей  $Q_C/Q_N$  300/30 и получить ухудшение  $K_{ш}$  на 1 дБ, зато полосу довести до 3 МГц и уменьшить число мощных сигналов в 6...8 раз для УВЧ — это статистическое (не физическое) улучшение ДД для УВЧ на 16...18 дБ из-за снижения числа сигналов. А соотношение 100/30 с бюджетным контуром с полосой пропускания 3 МГц привело бы к ухудшению  $K_{ш}$

на 3...4 дБ, вот почему в таких приёмниках мы видим много драгметалла во входном контуре, даже в КПЕ, в проводке и просторной экранировке. По всем этим соображениям есть смысл во многих конструкциях УКВ-блоков оставить широкополосный вход к УВЧ и наращивать его линейность без деградации  $K_{ш}$ .

В предложенном УКВ-блоке нельзя "раскрутить" УВЧ по усилению с помощью перемещения вверх по схеме коллекторного отвода у катушки L5, поскольку выходной МШУПЧ работает на пределе своей линейности. Это стало понятно при тестах в восточной части Москвы, где имеется "адский" букет в УКВ-эфире от многочисленных радиосистем и двух мощных радиопередаю-

щих УКВ-центров. Но и этой проблеме нашлось решение, об этом будет рассказано в дальнейших публикациях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Лохни Х.** Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena. — Радио, 2024, № 5, с. 14—22.
2. **Лохни Х.** Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena. Монтаж и налаживание. — Радио, 2024, № 6, с. 13—22.

От редакции. Дополнительный справочный материал находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/ukv-dd.zip> на нашем FTP-сервере.

## НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

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

### РОССИЯ

**АЛТАЙСКИЙ КРАЙ.** Радио "Искатель" начало своё тестовое вещание в Барнауле на частоте 92,9 МГц. В ближайшее время в эфире можно будет услышать местные новости, прогнозы погоды и программы об Алтайском крае (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_23419](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23419) (22.06.24)).

**АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.** С мая 2024 г. в Архангельске на частоте 89,6 МГц начало своё вещание "Радио Русский Хит". На этой же частоте радиостанцию можно слушать и в Северодвинске Архангельской области (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12576.htm> (22.06.24)).

**БАШКОРТОСТАН.** 7 июня 2024 г. радиостанция "L-Радио" начала вещание в г. Белебее на частоте 96,8 МГц (источник — URL: [https://vk.com/bashfmtv?w=wall-23672167\\_1306%2Fall](https://vk.com/bashfmtv?w=wall-23672167_1306%2Fall) (22.06.24)).

**ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ.** В Вологде на частоте 92,7 МГц начала вещание федеральная музыкально-информационная патриотическая радиостанция "Радио Гордость" (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_23500](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23500) (22.06.24)).

**ДНР/ЛНР.** В Мариуполе радиостанции "Маяк" и "Вести FM" сменили свои частоты вещания. "Вести FM" теперь вещает на частоте 96,4 МГц, а радиостанция "Маяк" — на частоте 102,1 МГц (источник — [https://vk.com/wall-134632126\\_48871](https://vk.com/wall-134632126_48871) (22.06.24)).

**КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** Черняховская епархия РПЦ получила президентский грант на реализацию проекта по созданию на востоке Калининградской области радиостанции. Информация об этом размещена на сайте [фонд](https://www.fond)

**культурных инициатив.рф.** Цель: создание местной некоммерческой просветительской радиостанции "Черняховск ФМ — Родное радио" с вещанием в восточной части Калининградской области (источник — URL: <https://www.newkaliningrad.ru/news/briefs/community/24096391-chernyakhovskaya-eparkhiya-poluchila-prezidentskiy-grant-na-sozdanie-rodno-go-radio.html> (22.06.24)).

**КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ.** Православная радиостанция "Радио Вера" начала трансляцию в станице Бриньковской на частоте 96,8 МГц (источник — URL: [https://vk.com/wall-206132844\\_1955](https://vk.com/wall-206132844_1955) (22.06.24)).

**МОСКВА и МОСКОВСКАЯ ОБЛ.** В мае 2024 г. было запущено вещание радиостанции "Радио Дача" в Серебряных Прудах. Частота вещания — 93,5 МГц. Мощность передающего оборудования — 250 Вт (источник — URL: [https://vk.com/wall-31114824\\_241658](https://vk.com/wall-31114824_241658) (22.06.24)).

В Волоколамске радиостанция "Радио Дача" начала своё вещание на частоте 87,6 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12566.htm> (22.06.24)).

В лицензии радиостанции "Наше радио" (Л033-00114-77/00738888 от 18 октября 2023 г.) произошли изменения. УКВ-частота 101,7 МГц в Москве и городах ближайшего Подмосковья заменена на частоту 101,8 МГц. Остальные данные прежние. Мощность передающего оборудования — 5 кВт. Время вещания — ежедневно, круглосуточно. Смена частоты радиостанции "Нашего радио" необходима со скорым началом вещания радиостанции "Радио России" в столице России на новой частоте 101,5 МГц (источник — URL: <https://rkn.gov.ru/activity/mass-media/for-broadcasters/teledradio/?id=L033-00114-77%2F00738888> (22.06.24)).

В лицензии радиостанции Rock FM (Л033-00114-77/01103022 от 25 марта 2024 г.) также произошли изменения. УКВ-частота 101,8 МГц в Коломне заменена на частоту 101,7 МГц. Остальные данные прежние. Мощность передающего оборудования — 50 Вт. Время вещания — ежедневно, круглосуточно. Смена частоты связана со скорым началом вещания в Москве радиостанции "Радио России" на новой частоте 101,5 МГц и со сменой частоты радиостанции "Наше радио" на частоту 101,8 МГц (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_23491](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23491) (22.06.24)).

**ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ.** В Кузнецке стартовало вещание радиостанции Energy на частоте 93,5 МГц. Вещание осуществляется с РТПС Благодатка (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_23447](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23447) (22.06.24)).

**ПРИМОРСКИЙ КРАЙ.** В Лесозаводске началось вещание радиостанции "Владивосток FM" на частоте 90 МГц (источник — URL: <https://forum.vcfm.ru/viewtopic.php?p=179165#p179165> (22.06.24)).

**РЯЗАНСКАЯ ОБЛ.** С 1 июня 2024 г. в Рязани начала работу ещё одна радиостанция. На частоте 93,9 МГц начала своё вещание первая федеральная музыкально-информационная патриотическая "Радио Гордость" (источник — URL: [https://vk.com/media62\\_fm62?w=wall-70439788\\_855](https://vk.com/media62_fm62?w=wall-70439788_855) (22.06.24)).

**САРАТОВСКАЯ ОБЛ.** Радиостанция "Радио Гордость" начала своё вещание в Саратове и Энгельсе на частоте 107,2 МГц (источник — URL: [https://vk.com/radio\\_gordost?w=wall-222950544\\_7806](https://vk.com/radio_gordost?w=wall-222950544_7806) (22.06.24)).

**СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ.** В Качканаре с 24 мая 2024 г. началось вещание радиостанции "Джем FM" на частоте 97,7 МГц. Мощность передатчика — 250 Вт, присутствует RDS (источник — URL: [https://vk.com/wall-62613163\\_23377](https://vk.com/wall-62613163_23377) (22.06.24)).

**СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ.** В селе Красногвардейском началось вещание радиостанции "Радио Дача" на частоте 101,3 МГц (источник — URL:



<http://www.krutoymedia.ru/news/12566.htm> (22.06.24)).

**ТАТАРСТАН.** "Радио Гордость" — в эфире Казани на частоте 97,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: [https://vk.com/wall-222950544\\_7282](https://vk.com/wall-222950544_7282) (22.06.24)).

С 31 мая 2024 г. федеральную сеть радиостанции Like FM пополнил новый город-миллионник — Казань. Частота вещания — 107,3 МГц. Мощность передатчика — 4 кВт (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/37105> (22.06.24)).

**ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ.** С 1 июня 2024 г. на частоте 99,1 МГц в Хабаровске, крупном культурном и деловом центре Дальнего Востока России, началась ретрансляция радиостанции "Детское радио" (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/37096> (22.06.24)).

**ХЕРСОНСКАЯ ОБЛ.** В Геническом муниципальном округе стартовала трансляция двух общероссийских радиостанций. Радиостанция Love радио вещает на частоте 94,1 МГц, радиостанция "Европа Плюс" вещает на частоте 98,1 МГц. Вещание запустили при содействии Минцифры Херсонской области совместно с ООО Радиоальянс (источник — URL: <https://tass.ru/obschestvo/20854229> (22.06.24)).

**ХМАО-ЮГРА.** Старейшая радиостанция округа — радиостанция "Югория" в этом году отметила 92-летие. Уникальность средства массовой информации в том, что радиостанция охватывает весь Ханты-Мансийский автономный округ и вещает на трёх языках: русском, хантыйском и мансийском. Коллектив создаёт программы социальной направленности, рассказывает о живущих в регионе людях.

Общий объём вещания — 650 ч в год. Программам национального вещания отводится свыше 80 ч. Это передачи на хантыйском языке "Рот ясанг" (Родная речь) и мансийском языке "Тарыг турсуе" (Голос журавля) (источник — URL: <https://ugra.aif.ru/society/pervaya-radiostanciya-yugry-veshchaet-na-treh-yazykah> (22.06.24)).

**ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ.** В Челябинске при поддержке Президентского фонда культурных инициатив начала вещание федеральная музыкально-разговорная радиостанция патриотической направленности "Гордость" на частоте 93 МГц (источник — URL: [https://onair.ru/main/enews/view\\_msg/NMID\\_89109/](https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_89109/) (22.06.24)).

**ЧУВАШИЯ.** В Чебоксарах снесли радиомачту высотой 142,5 м. Радиовышка на одной из самых высоких точек г. Чебоксары была возведена в 1960 г. Это был период бурного развития радиовещания в стране. Четыре года назад, после очередного обследования мачты, были выявлены дефекты, устранение которых с учётом общего состояния объекта посчитали нецелесообразным. Мачта-антенна располагалась на улице Зои Яковлевой в районе Мемориального парка "Победа" (источник — URL: <https://chgrk.ru/novosti/obshchestvo/v-cheboksarah-snesli-142-metrovuyu-radiomachtu/> (22.06.24)).

**ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ.** В Ярославле на частоте 93 МГц запущена ретрансляция радиостанции "Радио Родных дорог" (источник — URL: [https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163\\_23454](https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23454) (22.06.24)).

## ИНТЕРНЕТ-РАДИО

**КАЗАХСТАН.** В столице Казахстана состоялась церемония открытия радио ALQA, которое транслирует духовно-познавательный контент. На интернет-радио, созданном при поддержке Управления по делам религий акимата Астаны, пропагандируются традиции и мировоззрение казахского народа (источник — URL: [https://onair.ru/main/enews/view\\_msg/NMID\\_89203/](https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_89203/) (22.06.24)).

**РОССИЯ.** Радиостанция "Орфей" запускает новый интернет-канал "Классика российской музыки". С 12 июня 2024 г. к 18 уже работающим тематическим интернет-каналам добавится новый 19-й канал. Цифровизация радиостанции "Орфей" продолжается. Новый канал приглашает слушателей насладиться многогранностью отечественной классической музыки, познакомиться с редкими произведениями, а также новыми именами композиторов и исполнителей (источник — URL: <https://www.classicalmusicnews.ru/news/radio-orfej-zapuskayet-novyy-internet-kanal-ko-dnyu-rossii-2/> (22.06.24)).

## ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

**АРГЕНТИНА/АНТАРКТИДА.** Национальное радио LRA 36 (Архангел Сан-Габриэль) спешит поделиться хорошими новостями. LRA 36 будет транслировать четыре передачи в неделю на частоте 15476 кГц (USB) в соответствии со следующим графиком: вторник — с 13:00 до 15:00, четверг — с 18:00 до 20:00, пятница — с 12:00 до 15:00, суббота — с 18:00 до 21:00 (источник — URL: <https://swling.com/blog/2024/05/radio-nacional-arcangel-san-gabriels-new-broadcast-schedule/> (22.06.24)).

**ВЕЛИКОБРИТАНИЯ/о. МЭН.** 60 лет Мэнского радио — национальной радиовещательной службы острова Мэн. Мэнское радио было первой коммерческой радиостанцией на Британских островах. Радиостанция начала вещание 60 лет назад, 5 июня 1964 г. В то время вещание велось из трейлера в Ончане, расположенного на земле, рядом с передатчиком и антенной. На момент открытия радиостанция вещала только в УКВ-диапазоне. С октября 1964 г. был введён в эксплуатацию средневолновый передатчик на частоте 1595 кГц, а для дальнейшего улучшения приёма был добавлен второй передатчик на частоте 1295 кГц. С 1978 г. в соответствии с Женевской конвенцией радиостанция вещает на частоте 1368 кГц. Средневолновый передатчик мощностью 20 кВт расположен в Фоксдейле, в центре острова. Он по-прежнему активен, в дополнении к УКВ-вещанию на частотах 89 МГц, 97,2 МГц и 103,7 МГц, в анало-

говом стандарте, доступно вещание и в цифровом формате DAB+. Мэнское радио получило широкую популярность среди радиослушателей тем, что транслировало некоторые программы нелегальной радиостанции Radio Caroline North (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/06/06/united-kingdom-isle-of-man/> (22.06.24)).

**КАНАДА.** Спортивная радиостанция радио CBS теперь называется Infinity Sports Network, в соответствии с приказом CBS о прекращении вещания. 13 мая 2024 г. CRTC (Canadian Radio-television and Telecommunications Commission — Канадская комиссия по радио, телевидению и телекоммуникациям) согласилась с утверждением, что её текущее неустойчивое финансовое положение оправдывает освобождение от некоторых сборов, взимаемых CRTC, которые используются для субсидирования канадского программного контента (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/06/04/canada-161/> (22.06.24)).

**ЛИТВА.** Правительство Литвы одобрило продление запрета на вещание российских и белорусских каналов на территории страны. Запрет вводится на неопределённое время. Запрет будет действовать, пока в утверждаемой однопалатным парламентом стратегии Россия и Беларусь будут фигурировать как страны, от которых исходит угроза национальной безопасности страны. Прошлый запрет был введён в сентябре 2022 г. и установлен до октября 2024 г. (источник — URL: <https://www.cableman.ru/content/vlitve-prodlolith-deistvovat-zapret-naveshchanie-rossiiskikh-i-beloruskikh-kanalov> (22.06.24)).

**США.** В Ньюпорте (Северная Каролина) вещатель FBN — Fundamental Broadcasting Network (Сеть Фундаментального Вещания) и местная Баптистская Церковь Благодати ведут круглосуточную онлайн-трансляцию своей главной УКВ-станции WOTJ на сайте <https://www.fbnradio.com>. Вещание ведётся круглосуточно на английском языке и нерегулярно, по воскресеньям, на испанском языке (источник — URL: <https://fbnradio.com/about.html> (22.06.24)).

**ЯПОНИЯ.** С февраля 2024 г. некоторые коммерческие радиовещательные компании начали пробную приостановку вещания на средних волнах, и существует реальная вероятность того, что пауза перерастёт в постоянное прекращение вещания по всей стране, поскольку вещатели стремятся сократить расходы. 13 из 47 коммерческих операторов в Японии отключили свои передатчики, чтобы посмотреть, к каким последствиям приведёт временное прекращение СВ-вещания. Средневолновое вещание было запущено в 1925 г., что привело Японию в эпоху регулярного радиовещания (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/06/03/japan-32/> (22.06.24)).

Хорошего приёма и 73!



# ПИД-регулятор на Arduino в преобразователе напряжения

Д. КОНОТОП, г. Балашиха Московской обл.

*В статье рассматривается ПИД-регулятор, используемый в цепи обратной связи импульсного стабилизатора напряжения с широтно-импульсным регулированием управляющих импульсов, формируемых микроконтроллером ATmega328P, который входит в состав отладочных плат Arduino Nano. Предлагаемый стабилизатор с успехом может быть использован в качестве лабораторного блока питания, предназначенного для питания совместно работающих аналоговых и цифровых устройств при проведении различных радиолюбительских экспериментов.*

В своих радиолюбительских экспериментах я часто использую микроконтроллер (МК) для управления и контроля работы аналоговых устройств, а также измерения их параметров. Одно из интересных направлений — это регулирование с применением пропорционально-интегрально-дифференциальной процедуры (ПИД-процедуры) в цепи обратной связи. Так совпало, что для питания экспериментального аналогового устройства, собранного на

ном влиянием на двуполярное напряжение;

— обеспечил защиту от замыкания по всем выходам;

— использует саму отладочную плату Arduino в качестве контроллера для получения стабилизированного напряжения минусовой полярности.

Предлагаемая статья для тех, кто хочет самостоятельно собрать ПИД-регулятор на примере применения его в ИСН.

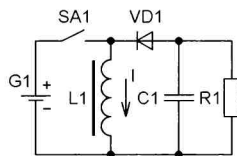
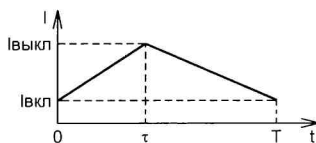


Рис. 1



операционных усилителях, мне понадобилось двуполярное напряжение питания. Наличие свободных ресурсов у МК подтолкнуло меня использовать его же для построения импульсного стабилизатора напряжения (ИСН), который даст мне все необходимые напряжения от одного источника. В результате получился лабораторный блок питания со следующими свойствами:

— использует имеющийся в моём распоряжении сетевой адаптер питания для светодиодной настольной лампы с выходным напряжением 12 В — это позволило мне не занимать дополнительных розеток и продолжать питать от него лампу;

— предоставил качественное двуполярное напряжение  $\pm 5$  В с током нагрузки до 200 мА, которого достаточно для работы большинства операционных усилителей;

— обеспечил питание отладочной платы Arduino Nano напряжением 9 В и током нагрузки до 400 мА с минималь-

Для получения стабилизированного напряжения минусовой полярности мною был выбран ИСН с широтно-импульсным регулированием управляющих импульсов.

На рис. 1 показаны упрощённая схема такого ИСН и осциллограмма тока  $I$ , протекающего через дроссель  $L1$ . Чтобы реализовать управление таким ИСН, предварительно необходимо разобратся в его работе.

Анализ работы начнём с осциллограммы тока, протекающего через дроссель. Временной интервал  $0 \leq t \leq \tau$  соответствует замкнутому состоянию коммутирующего элемента  $SA1$ , диод  $VD1$  закрыт, а  $\tau \leq t \leq T$  — его разомкнутому состоянию и открытому диоду  $VD1$ .

Следует помнить, если магнитопровод дросселя входит в насыщение, произойдёт короткое замыкание с безграничным ростом тока, на что необходимо обращать внимание при выборе режима работы дросселя.

Физический смысл наглядно подтверждается осциллограммой рис. 1 — ток, протекающий через дроссель, неразрывен. Исходя из этого, можно получить простое соотношение для напряжения на конденсаторе  $C1$ :

$$U_c = E \cdot \tau / (T - \tau) = E / (T/\tau - 1), \quad (1)$$

где  $E$  — напряжение источника  $G1$  на рис. 1.

Из формулы (1) видно, что выходное напряжение зависит только от скважности работы коммутирующего элемента  $SA1$  и входного напряжения источника  $G1$ .

А что же мы видим на практике? Если собрать устройство по схеме на рис. 1 без резистора  $R1$ , мы будем наблюдать неограниченный рост напряжения на конденсаторе даже при малых  $\tau$ , что является основным недостатком преобразователей, построенных по такой схеме — их нельзя включать без нагрузки!

Проведём дополнительный анализ схемы на рис. 1. Когда коммутирующий элемент замкнут, то происходит накопление электромагнитной энергии в дросселе, а когда тот разомкнут, то её "сброс" происходит через диод в конденсатор и нагрузку. Устройство представляет из себя энергетический насос от источника к конденсатору, и если энергию от конденсатора не потреблять, то мы будем наблюдать на нём неограниченный рост напряжения, что и подтверждается практикой. Таким образом, можно предположить, что суще-



Рис. 2

ствует минимальный ток нагрузки через резистор  $R1$ , начиная с которого соотношение (1) начнёт выполняться, и выходное напряжение не будет зависеть от тока нагрузки.

На рис. 2 представлена нагрузочная характеристика ИСН, которая отражает зависимость длительности замкнутого состояния коммутирующего элемента от тока нагрузки при заданном напряжении  $U = 8$  В. По горизонтали отложен ток нагрузки в миллиамперах, по вертикали — длительность замкнутого состояния в микросекундах. Из неё видно, что в начале характеристики  $\tau$  растёт



равномерно с ростом тока нагрузки, а затем входит в "насыщение" и уже не зависит от него, когда тот становится больше 125 мА, т. е. с этого тока нагрузка начинает выполняться уравнение (1).

Таким образом, для использования ИСН, построенного по схеме на рис. 1, необходимо либо заранее обеспечить его минимальной нагрузкой — 125 мА, либо построить эффективную процедуру регулирования поддержания выходного напряжения за счёт управления длительностью замкнутого состояния коммутирующего элемента. Первый вариант подойдёт, если нагрузка не опускается ниже минимальной, но для лабораторного источника питания такой вариант не годится, поскольку нагрузка заранее неизвестна.

Как уже отмечалось, в своих экспериментах я уже использую МК ATmega328P, входящий в Arduino Nano, который имеет в своём составе аппаратный таймер с функцией ШИМ, способный работать в фоновом режиме и не тратить процессорное время для других задач. Мне было интересно реализовать управление длительностью замкнутого состояния коммутирующего элемента с применением процедуры ПИД-регулирования.

стабилитрон VD1 и плавкая вставка FU1. Для подавления синфазных помех на входе установлен синфазный дроссель L2 от компьютерного блока питания.

Далее входное напряжение подаётся на ИСН, а также через фильтр LC2C3 на стабилизаторы: +9 В для питания Arduino [1] и положительного плеча стабилизатора двуполярного напряжения [2], минусовое напряжение на который приходит от ИСН через фильтр C12C13L4C14C15. Оба стабилизатора неоднократно мной повторялись и зарекомендовали себя как надёжные с высоким коэффициентом стабилизации, способными выдерживать короткое замыкание выхода, и малым падением напряжения на регулирующем элементе.

Выходное напряжение стабилизатора для питания Arduino вычисляется так: напряжение стабилитрона VD10 минус напряжение эмиттерного перехода транзистора VT9 и плюс напряжения стабилитрона VD8. В моём случае получилось +8,95 В. Ток короткого замыкания определяется резистором R15.

При построении двуполярного стабилизатора желательно подобрать транзисторы VT3 и VT4 по равному па-

да не превышает 0,025 В. Напряжение стабилизации равно напряжению стабилитрона минус падение напряжения на эмиттерном переходе и в данной реализации равно  $\pm 5,33$  В.

Благодаря применению отдельных LC-фильтров, а также разделных стабилизаторов с высоким коэффициентом стабилизации для питания цифровых и аналоговых цепей удалось свести их взаимное влияние друг на друга к минимуму.

Регулирующий элемент — р-канальный транзистор VT7 (IRFD9120). Он обладает малым сопротивлением канала (не более 0,6 Ом) и высокой скоростью переключения, что позволяет применять его в ИСН без теплоотвода. Для получения управляющего импульса с выхода МК нужной полярности с необходимыми фронтами на затворе VT7 дополнительно используются транзисторы VT5 и VT6. Транзистор VT5 используется в качестве ключа с форсирующим конденсатором C6 в цепи базы. Ёмкость затвора заряжается через цепь R11VD5VT5, а разряжается через VT6. Благодаря диоду VD5 транзистор VT6 открывается при закрывании VT5 и заряженном затворе, что ускоряет разряд последнего.

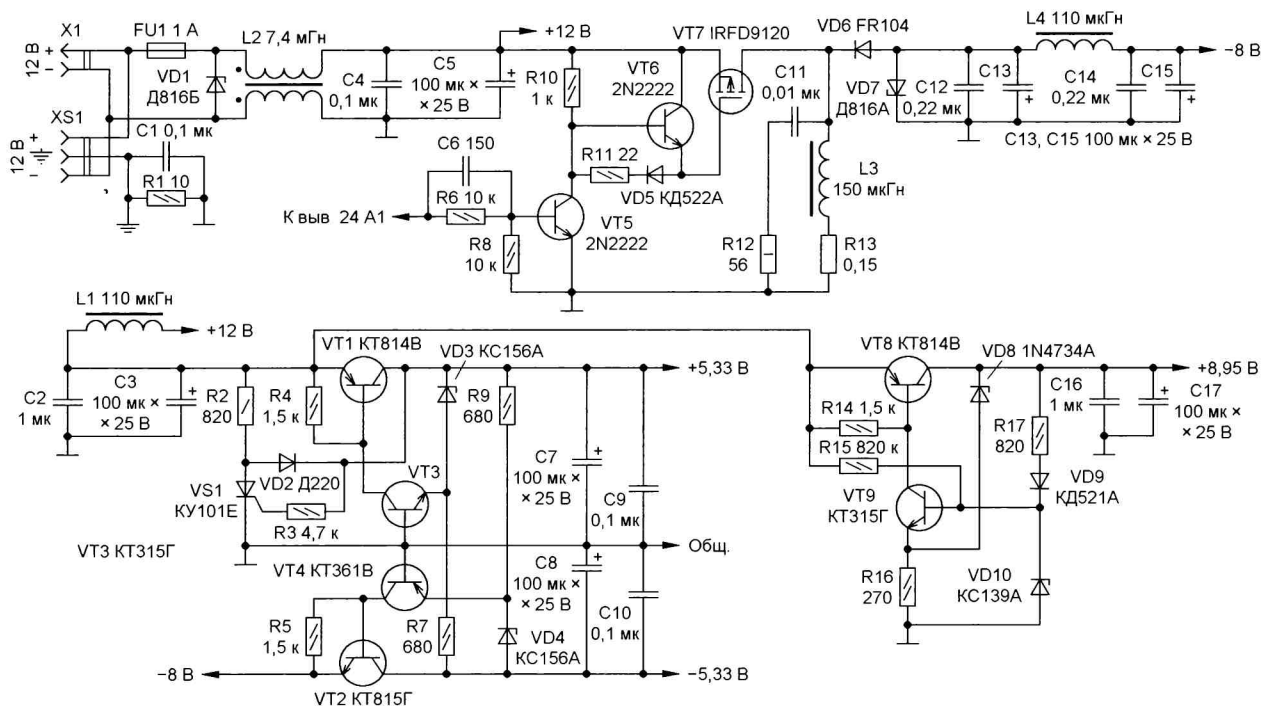


Рис. 3

Схема лабораторного блока питания показана на рис. 3. Внешний источник напряжения подключают через разъём X1, и через разъём XS1 он продолжает питать внешнего потребителя, в моём случае настольную лампу. Также к разъёму XS1 можно подвести внешний контур заземления, который подключается к общему проводу через резистор R1 и конденсатор C1. Чтобы избежать наличия повышенного напряжения и переполновок, на входе установлены

дену напряжения на эмиттерном переходе, а также стабилитроны VD3 и VD4 по равному напряжению стабилизации при двух токах стабилизации 5 мА и 10 мА. При таком подборе элементов напряжения стабилизации обоих плеч будут равны. В моём случае на холостом ходу разница ноль, а при токе нагрузки 200 мА разли-

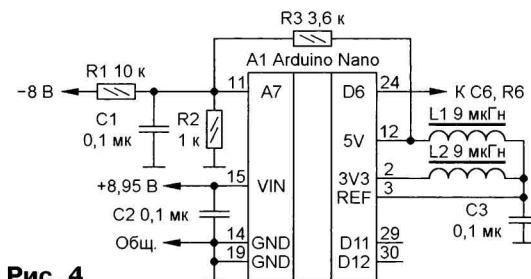


Рис. 4



Резистор R11 выбирают из расчёта непревышения допустимых импульсных токов коллектора транзистора VT5 и диода VD5:

$R11 = (12\text{ В} - 1\text{ В})/0,5\text{ А} = 22\text{ Ом}$ ,  
где 12 В — входное напряжение; 1 В — суммарное падение напряжения на диоде VD5 и транзисторе VT5; 0,5 А — выбранное значение импульсного тока.

Конденсатор C6 подбирают так, чтобы входные импульсы минимальной длительности формировались без искажений на затворе транзистора VT7.

Чтобы избежать паразитного падения напряжения на клеммных соединениях, для Arduino Nano была разработана переходная плата "под пайку" с удобным креплением, схема которой приведена на **рис. 4**.

Сами импульсы на ИСН поступают от платы Arduino с выхода D6 — выхода внутреннего Timer/Counter 0 в режиме Fast PWM, а напряжение обратной связи — с выхода ИСН (8 В) через делитель напряжения R1R2 на вход A7.

В данной реализации конденсатор C3 служит для дополнительной фильтрации внутреннего образцового напряжения АЦП, а резистивный делитель напряжения R1R2R3 — для согласования выходного напряжения ИСН отри-

$$R3 = (U_n - A7)/[(A7 - U)/R1 + A7/R2] \quad (2)$$

Уравнение (2) вводим в таблицу Excel и, подбирая сопротивление резисторов R1 и R2 из ряда E24, находим сопротивление резистора R3, как показано на **рис. 5**.

Заодно вычисляем значения кодов АЦП, колонка ADC, соответствующие выходному напряжению ИСН при образцовом напряжении 1,052 В, — это реальное внутреннее образцовое напряжение АЦП для моего экземпляра МК, которое можно измерить вольтметром на выходе REF (выв. 3 А1 на **рис. 4**). Также оценим ёмкость конденсатора C1 в делителе для постоянной времени 1 мс — такта работы ПИД-регулятора, т. е. ёмкость C1 должна быть меньше, чем 1,4 мкФ, для того чтобы видеть изменения напряжения на выходе ИСН, произошедшие с последнего такта регулирования.

Лабораторный блок питания и Arduino Nano смонтированы на отдельных печатных платах, изготовленных из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы блока питания и расположение элементов показаны на **рис. 6**, а переходной платы Arduino Nano — на **рис. 7**.

дом ПЭТВ-2 0,53 мм по 60 витков (до полного заполнения) в один слой на кольцах жёлтого (L1, L4) и серого (L3) цветов. Для удобства намотки кольца желательнее обмотать одним слоем локоткани ЛШМ 0,12 мм. Все оксидные конденсаторы с низким ЭПС (ESR) и номинальным напряжением 25 В. Датчик тока — резистор R13 — MP930 сопротивлением 0,15 Ом с допуском 1 %.

Для настройки и управления ИСН разработана сервисная программа (далее программа) в виде диалогового приложения ОС Windows. Программа устанавливает соединение с Arduino через порт RS232, который эмулируется драйвером USB-порта для отладочной платы — его необходимо установить заранее. Также перед установкой соединения необходимо "прошить" проект ИСН в МК с помощью Atmel Studio 7.0, которая распространяется производителем МК бесплатно. Для установки соединения необходимо нажать на кнопку "Connect..." и в диалоговом окне выбрать из списка необходимый порт (**рис. 9**).

Признаком успешного соединения будет смена надписи на кнопке на "Disconnect", в окне "Protocol" будет отображаться протокол обмена, а информационные поля заполнятся данными, как это изображено на **рис. 10**.

Для обмена данными между программой и Arduino был разработан специальный или, как сейчас модно говорить, проприетарный пакетный двоичный протокол связи. Пакеты обрамляются выделенными байтами: начинаются с байта со значением 0A и заканчиваются — 0D (здесь и далее значения байт представлены в шестнадцатеричном виде). Это позволяет выделять пакеты из непрерывного потока данных — часто пакеты отделяются временными интервалами между байтами — тем самым, мы не тратим время перед его обработкой, а выделяем и обрабатываем его по мере приёма данных, что называется "на лету". Двоичный протокол подразумевает использование всего интервала значений байта — 00—FF, поэтому выделенные байты начала и конца пакета внутри него подменяются парой байт: 0A — 10 F5, 0D — 10 F3, а раз мы заняли 10, то 10 — 10 EF. Дополнительно пакет защищён в конце контрольной суммой — логическое ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ всех байт. Таким образом, перед передачей пакета в его конец добавляется контрольная сумма данных, затем производится замена встречающихся выделенных байт на их пары, в начало и конец добавляются 0A и 0D соответственно. При приёме потока данных пакетом считается всё то, что расположено между 0A и 0D, после чего данные пакета восстанавливаются (обратная замена выделенных пар), считается контрольная сумма, и если она совпадает с той, что находится в принятом пакете, то пакет считается принятым без искажений и готов к обработке, о чём свидетельствует semaфор зелёного цвета в окне протокола обмена.

На главном окне приложения отображается следующая оперативная информация, которая нам поможет для настройки ПИД-регулятора (**табл. 1**).

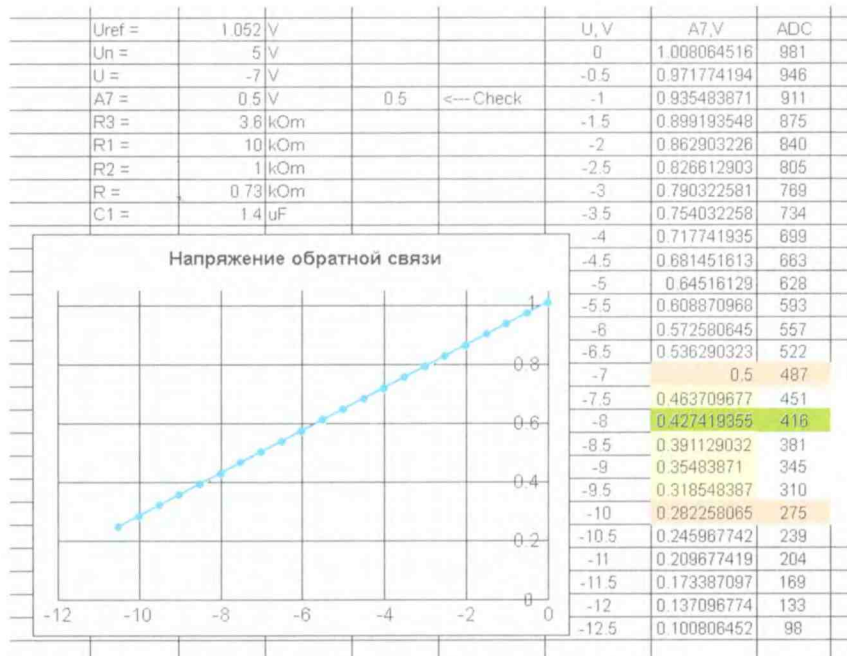


Рис. 5

цательной полярности и образцового напряжения ЦАП положительной полярности, дроссели L1 и L2 не устанавливают.

Расчёт делителя прост. В качестве исходных параметров выбираем значение напряжения на выходе делителя 0,5 В (на входе A7, выв. 11 А1) — это половина образцового напряжения АЦП 1,1 В, которое соответствует выходному напряжению ИСН 7 В при напряжении питания  $U_n = +5\text{ В}$ . Затем выражаем сопротивление резистора R3 через R1 и R2:

Фотография собранной платы блока питания — на **рис. 8**. На переходной плате сначала запаивают конденсаторы C1—C3, а над ними на стойках устанавливают плату Arduino. Синфазный дроссель L2 блока питания взят при разборке компьютерного блока питания, из которого также были взяты кольцевые магнитопроводы с распределённымзором размерами 21×12×7 мм для намотки остальных дросселей и меньший теплоотвод, на котором установлены транзисторы VT1, VT2 и VT8. Дроссели L1, L3 и L4 намотаны прово-







вычисляем значение индуктивности дросселя L3. Результаты представлены в табл. 2, где 0,02 В/дел — цена деления сетки осциллографа; 0,15 Ом — сопротивление резистора R13; 12 В — напряжение питания; 8 мкс — длительность импульса.

Устанавливаем значение длительности импульса на 40. Осциллограф подключаем к стоку транзистора VT7. Наблюдаем паразитные колебания. Измеряем их частоту и, зная индуктивность, вычисляем собственную ёмкость:  $F_0 = 0,875$  МГц,  $C_0 = 220$  пФ. Хотя колебания мы исключить не можем, но можем понизить их частоту, и она должна быть вдвое ниже частоты преобразования ИСН  $F = 0,0625$  МГц, тогда  $C_{11} = 1/[L(2\pi 2F)^2] = 10$  нФ » С0.

Осталось понять необходимость в резисторе R12. В самом начале мы опирались на физический смысл закона электромагнитной индукции — это неразрывность тока через индуктивность, в то время как напряжение на индуктивности может меняться мгновенно как угодно, а в нашем случае — менять свой знак. На конденсаторе всё с точностью до наоборот — напряжение неразрывно, а ток зарядки может меняться как угодно. Поэтому, чтобы выполнить условие непрерывности напряжения на конденсаторе С11, нам нужен ограничитель тока — резистор R12. Поскольку R12 — ограничитель тока для перезарядки конденсатора С11, то в момент переключения индуктивности будет хорошо сохранить значение тока через неё:

$$R_{\min} = (U + E)/I_{\max} = (8 + 12)/0,773 = 25 \text{ Ом};$$

$$R_{\max} = (U + E)/I_{\min} = (8 + 12)/0,16 = 125 \text{ Ом}.$$

Я выбрал ближайшее к среднему из наличия резистора подходящей мощности — 56 Ом.

А какой мощности должен быть резистор R12? Для этого необходимо решить задачу по физике: какая энергия выделится на резисторе R12 при подключении через него конденсатора С11 к источнику E, если конденсатор был предварительно заряжен до напряжения U? Задача очень просто решается с использованием закона сохранения энергии. Конечное уравнение для тепловой энергии  $W_{R12}$ :

$$W_{R12} = C(E - U)^2/2.$$

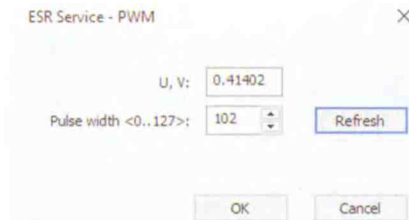


Рис. 12

По определению мощности — количество теплоты за единицу времени — за такт преобразования 16 мкс перезарядка происходит два раза (включение и отключение):

$$P_{R12} = 2W_{R12}/T = 2 \cdot 10^{-8} (12 - (-8))^2 / 16 = 0,5 \text{ Вт}.$$

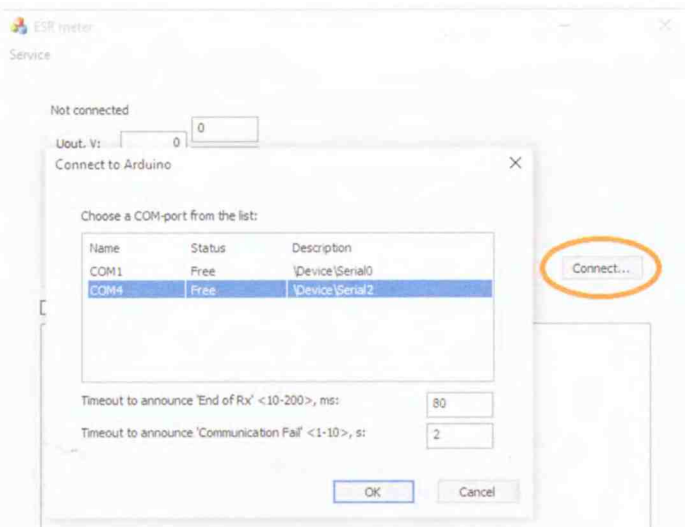


Рис. 9

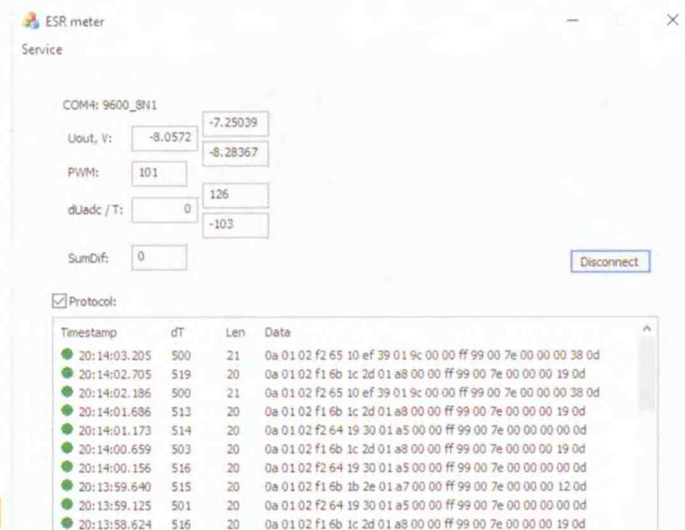


Рис. 10

Таблица 1

<b>Uout, V</b>	текущее напряжение на выходе ИСН с его максимальным и минимальным значениями
<b>PWM</b>	текущее значение установки PWM — значение регистра OCR0A
<b>dUadc/T</b>	текущее вычисленное значение производной напряжения на выходе ИСН с его максимальным и минимальным значениями — дифференциальная составляющая
<b>SumDif</b>	суммарная ошибка регулирования — интегральная составляющая

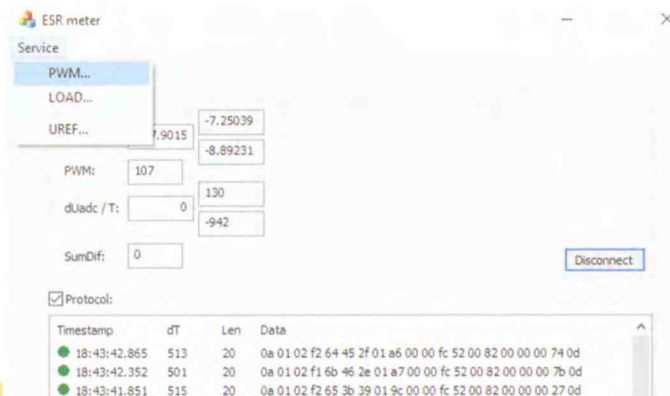


Рис. 11



Таблица 2

<b>I<sub>min</sub>, A</b>	ток через дроссель в момент включения	1,2×0,02/0,15 = 0,16 A
<b>I<sub>max</sub>, A</b>	ток через дроссель в момент отключения	5,8×0,02/0,15 = 0,773 A
<b>ΔI, A</b>	разность токов	0,773 – 0,16 = 0,613 A
<b>L, мкГн</b>	вычисленная индуктивность дросселя из (3)	12×8/0,613 = 156,5 мкГн

Обратите внимание — количество энергии, выделяемое на резисторе, не зависит от его сопротивления, т. е. энергии хоть на проводах, но выделится всегда.

При желании можно снять нагрузочную характеристику, показанную на рис. 2.

Из уравнения (3) мы видим, что демпфирующая цепь снижает КПД ИСН, но при этом осциллограмма тока через L3 становится ровнее с минимальными всплесками при переключениях и во всём интервале нагрузки отсутствуют паразитные колебания, тем самым резко снижаются высокочастотные излучения и помехи, а нагрузочная характеристика становится ровной без провалов, что повышает точность регулирования выходного напряжения.

Fast PWM, который формирует длительность  $\tau$  для регулирования напряжения на выходе ИСН. Один раз в миллисекунду запускается в фоновом режиме процесс измерения аналогового значения по входу A7, по завершении которого также по прерыванию производится расчёт новой длительности  $\tau$  в зависимости от рассогласования с уставкой регулирования  $U_{sp} = -8$  В по ПИД-процедуре.

ПИД-процедура — это способ вычисления корректирующего воздействия по трём составляющим: по текущему рассогласованию (Пропорциональная составляющая), сумме предыдущих рассогласований (Интегральная составляющая — память) и текущей производной рассогласования (Дифференциальная составляющая — упрежде-

0,0625 МГц — это максимум, который можно получить от аппаратного Timer/Counter0 в режиме Fast PWM и, как мы уже знаем, безболезненно поддержать элементной базой ИСН.

Такт работы регулятора здесь выбран 1 мс — это тот такт прерываний, который позволяет организовать встроенный Timer/Counter2, при котором в ИСН заканчиваются переходные процессы. С другой стороны, 1 мс комфортна и для практической организации вызова прикладных задач.

Сначала выберем коэффициент усиления пропорциональной составляющей  $k_1$ . Основным критерий его выбора — это достичь оптимального быстродействия регулирования при сохранении устойчивости. Начнём с быстродействия. Есть нагрузочная характеристика (см. рис. 2), из которой видно, что длительность импульса меняется в интервале от 31 до 127 (ближайшие к степени 2), т. е. разница между максимумом и минимумом равна 96. Здесь мы можем задаться первой характеристикой регулирования — компенсировать лю-

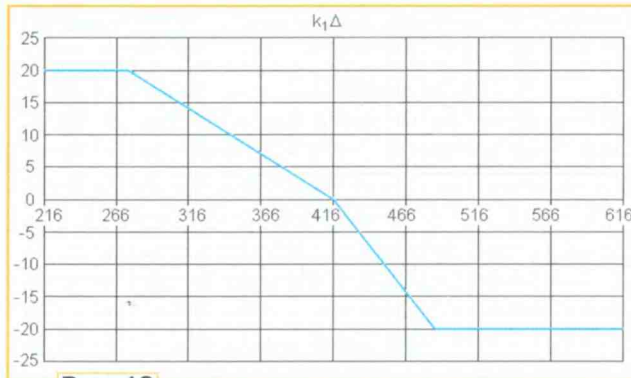


Рис. 13

После выбора параметров демпферной цепи R12C11 резистор R13 можно выпаять, а на его место установить переключку на ток не менее 1 А.

Закончив настройку электронной части, можно приступить к настройке программной, собственно ПИД-регулятора. Для этого необходимо выйти из сервисного режима — закрыть окно управления длительностью импульса и вернуться в основное окно программы.

Как уже отмечалось, проект для Arduino выполнен в свободно распространяемой среде разработки Atmel Studio 7.0 с использованием языка программирования C++. "Прошивка" платы Arduino осуществляется через ICSP-разъём, к которому подключают программатор STK500. Проект собран для МК Atmega328P. В проекте используются два восьмиразрядных аппаратных таймера: Timer/Counter2 для организации программных прерываний с тактом 1 мс и Timer/Counter0 в режиме

бое возмущение (изменение нагрузки) за пять тактов (5 мс), что эквивалентно максимальному корректирующему воздействию, равному 20 (=96/5). Вторая характеристика — это зона регулирования, т. е. тот интервал выходных напряжений, для которых мы ещё применяем ПИД-процедуру, вне же её мы используем максимальное корректирующее воздействие — пороговое регулирование. В нашем случае 10... 7 В при напряжении уставки регулирования  $U_{sp} = -8$  В. Мы намеренно выбрали зону регулирования несимметричной, поскольку при провале напряжения на выходе коэффициент передачи ИСН меньше, чем при его повышении, что следует из нагрузочной характеристики на рис. 2. Этот метод ещё называют методом нормализации, который удобно представлять графически, как это изображено на рис. 13.

Настройка ПИД-регулятора — недетерминированная процедура, основанная больше на понимании основ теории автоматического управления, подкреплённая опытом её применения на практике. Автором статьи не ставится задача доказательства оптимальности настройки ПИД-регулятора для этой реализации, а всего лишь даются практические рекомендации по его настройке.

Частота следования выбрана

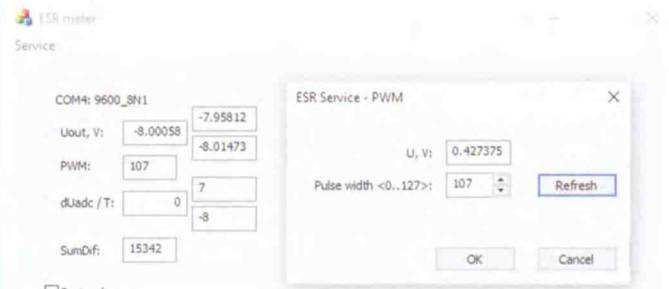


Рис. 14

Частота следования выбрана

Частота следования выбрана

```
#define MIN_OCR0A 31
#define MAX_OCR0A 127 // 191 = 3/4 , 127 = 1/2
#define MAX_OCR0A_DIF 20 // < MIN_OCR0A
#define ADC_SP 416 // -8.0 V; Vref = 1.052 V
#define ADC_MIN 275 // 133: -12; 275: -10 V; 348: -9.0 V ---> - ; 419 -8 V ; 384 -8.5 V
#define ADC_MAX 490 // 562: -6.0 V ---> + ; 490 -7 V ; 526 -6.5 V
```

Таблица 3



```

if(uADC < ADC_SP) {
    //uOCR0A--;
    iDif = (ADC_SP - uADC) * MAX_OCR0A_DIF / (ADC_SP - ADC_MIN);
    iDif = iDif < MAX_OCR0A_DIF ? -iDif : -MAX_OCR0A_DIF;
} else {
    //uOCR0A++;
    iDif = (uADC - ADC_SP) * MAX_OCR0A_DIF / (ADC_MAX - ADC_SP);
    iDif = iDif < MAX_OCR0A_DIF ? iDif : MAX_OCR0A_DIF;
}
iOCR0A += iDif;

```

Таблица 4

том знака делителя напряжения на входе A7. Тем самым чем зона регулирования шире, тем график более пологий и коэффициент усиления более низкий, и наоборот, что наглядно видно из графика.

В проекте границы зоны регулирования и максимального корректирующего воздействия определены в виде констант (табл. 3).

Корректирующее воздействие вычисляется так (табл. 4).

```

#define ADC_GUARD    10    // 7 - 0.1 V; 14 - 0.2 V; 18 - 0.25 V

```

Таблица 5

Если такой код "попросить" в МК и проверить качество регулирования в стационарном состоянии при различных нагрузках ИСН, подключив осциллограф к аноду стабилизатора VD7, то мы увидим малую генерацию в районе уставки -8 В, причём амплитуда колебаний зависит от тока нагрузки. Такое происходит, поскольку не существует такого целого числа, для которого точно соблюдалось бы равенство уставки **ADC\_SP** и измеренного значения **uADC**. Из-за этого постоянно происходит изменение и, как результат, — наблюдаемые колебания. Амплитуда колебаний при разных нагрузках говорит о разном коэффициенте передачи самого ИСН, который мы уже учитывали при выборе зон регулирования.

Чтобы избежать колебаний в стационарном состоянии, в цифровых системах вводится так называемая зона нечувствительности (программный триггер Шмитта). Ширина зоны нечувствительности определяется практически, например, с помощью сервисной программы. Для этого в стационарном состоянии переводим ИСН в сервисный режим, что отключит обратную связь ПИД-регулирования, значение длительности включенного состояния "заморозится", колебания прекратятся. При необходимости подбираем длительность импульса по значению  $U_{out}$  главного окна (рис. 14, слева). Нажимаем

на кнопку Refresh для сброса статистики (рис. 14, справа) и наблюдаем за максимальным и минимальным значениями напряжения на выходе в стационарном состоянии.

На рис. 14 разность между максимальным и минимальным значениями напряжения равна 0,06 В, т. е. это разброс при измерении напряжения на выходе. Для надёжности захвата выбрано значение зоны нечувствительности в кодах АЦП, равное 10, что соответству-

```

// Damping
if(uOCR0A > 96)
    iDif >>= 2;
else if(uOCR0A > 64)
    iDif >>= 1;
iOCR0A += iDif;

```

Таблица 6

№	Знак рассогласования	Знак производной	Результирующее рассогласование
1	$\Delta < 0$	$U' > 0$	$\Delta - k_3 U' > \Delta$
2		$U' < 0$	$\Delta - k_3 U' < \Delta$
3	$\Delta > 0$	$U' > 0$	$\Delta - k_3 U' < \Delta$
4		$U' < 0$	$\Delta - k_3 U' > \Delta$

Таблица 7

ет выходному напряжению  $\pm 0,15$  В (см. рис. 5 колонка ADC). Это ещё одна характеристика нашего ПИД-регулятора — точность регулирования напряжения на выходе ИСН.

В проекте зона нечувствительности определяется в кодах АЦП, как показано в табл. 5.

Для компенсации неравномерности коэффициента передачи самого ИСН желательно знать ток нагрузки — скорректировать управляющий импульс. В нашей реализации ИСН ток нагрузки не измеряется, но мы можем оценить его косвенно — по текущему значению длительности замкнутого состояния комму-

тирующего элемента. Такой механизм часто называют демпфированием — дополнительное уменьшение корректирующего воздействия в зависимости от текущего состояния звена регулирования. В коде проекта это выглядит так, как показано в табл. 6.

При больших токах нагрузки ( $\tau > 96$ ) вычисленное управляющее воздействие уменьшается в четыре раза, при ( $64 < \tau \leq 96$ ) — в два раза. После "прошивки" кода с введённой зоной нечувствительности и демпфированием мы можем наблюдать устойчивую систему регулирования с выбранной точностью, что для большинства приложений уже считается вполне достаточным.

Следующий этап настройки ПИД-регулятора — выбор коэффициента усиления дифференциальной составляющей — дифференциальной коррекции. Рассмотрим её действие на примерах, обобщённых в табл. 7.

В первом случае выходное напряжение выше уставки, и оно отдаляется от неё, следовательно, результирующее воздействие необходимо усилить — из отрицательного числа вычитаем положительное и получим более отрицательное значение.

Во втором случае выходное напряжение также выше уставки, но оно уже и так приближается к ней, что может привести к излишнему перерегулированию, следовательно, результирующее воздействие необходимо уменьшить — из отрицательного числа вычитаем отри-

цательное, т. е. прибавляем его, и результирующее рассогласование может даже поменять знак!

Третий и четвёртый случаи интерпретируются аналогично.

Таким образом, дифференциальная составляющая вносит упреждение в вычисление управляющего воздействия.

Ранее мы встречались с тем, что значения измеренного напряжения на выходе ИСН при постоянном замкнутом состоянии коммутирующего элемента различны, что делает присутствие дифференциальной составляющей в измерении ненулевой величиной и может приводить к нежелательному управле-

```

// Derivative
iADCDif[MAX_ADC_DIF] = (iADCDif[0] << 1) + iADCDif[1];
iADCDif[MAX_ADC_DIF] -= ((iADCDif[3] << 1) + iADCDif[2]);
// ...
short iDif = iADCDif[MAX_ADC_DIF] >= 0 ? iADCDif[MAX_ADC_DIF] : -iADCDif[MAX_ADC_DIF];
if(iDif < 32)
    iADCDif[MAX_ADC_DIF] = 0; // Зона нечувствительности - обнуление производной
else if(iDif > 320) // 32 = 0.5 V/T: >> 5; 64 : >> 6; 128 >> 7
    iADCDif[MAX_ADC_DIF] = iADCDif[MAX_ADC_DIF] > 0 ? 10 : -10;
else
    iADCDif[MAX_ADC_DIF] >>= 5;

```

Таблица 8



нию. Для преодоления этого мы будем использовать два подхода.

Первый подход — это введение зоны нечувствительности, как это мы делали ранее. В сервисной программе для различных величин нагрузки наблюдаем за максимальным и минимальным значениями вычисленной производной напряжения на выходе ИСН (см. рис. 14).

Второй подход состоит в оптимальной фильтрации при вычислении производной. Для этого удобно использовать "специальные" КИХ-фильтры. В проекте будем использовать КИХ-фильтр четвёртого порядка. Увлёкаться порядком фильтра не стоит, поскольку это приводит к дополнительным задержкам в формировании управляющего воздействия.

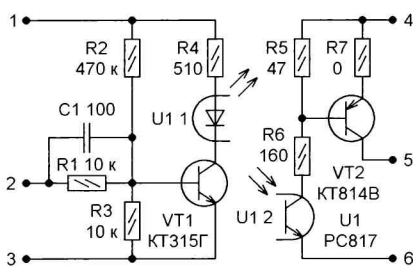


Рис. 15

плюс — к точке 4. Нагрузку выбирают в интервале 50...100 Ом, а постоянная нагрузка может отсутствовать. В импульсном варианте управления

(см. рис. 15) и могут быть использованы в качестве синхроимпульсов осциллографа для наблюдения на его экране переходных процессов.

Фотография собранного устройства показана на рис. 16.

Во время переходных процессов ранее спроектированный регулятор, без учёта дифференциальной составляющей, начинает "звенеть", в момент переключения нагрузки возникают затухающие колебания, которые не успевают завершиться за 500 мс перед следующим переключением нагрузки. Добавление же дифференциальной коррекции к линейному рассогласованию в корне меняет ситуацию — колебания затухают за 20...50 мс. В проекте это выглядит так, как показано в табл. 9.

Коэффициент дифференциальной составляющей выбирается из условия нулевой коррекции для случаев 2 и 3, рассмотренных в табл. 7 при заданном рассогласовании  $\Delta$ :

$$k_1\Delta - k_3U' = 0.$$

Используя в расчётах дифференциальную составляющую, мы придаём дополнительный смысл "зоне нечувствительности" регулятора. Теперь "зоной нечувствительности" считается не только минимальное отклонение выходного напряжения от уставки, но и минимальное значение его производной. В проекте это выглядит так, как показано в табл. 10.

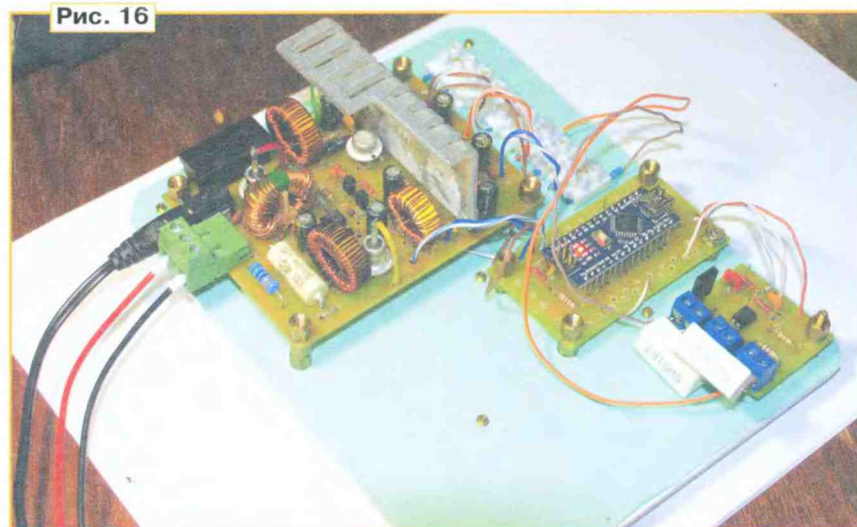


Рис. 16

В данном проекте производная вычисляется исходя из соображений минимизации процессорного времени, поэтому операции деления и умножения заменяются операциями сдвига:  $U_i = 2U_i + U_{i-1} - U_{i-2} - 2U_{i-3}$ , где умножение на 2 заменено сдвигом влево, а деление — сдвигом вправо.

Код в проекте, учитывающий зону нечувствительности (обнуление производной), ограничение дифференциальной коррекции при максимальных значениях производной, а также коэффициент усиления, представлен в табл. 8.

Чтобы увидеть, как работает дифференциальная коррекция, нам необходимо посмотреть осциллограмму напряжения на выходе ИСН при изменении на нём нагрузки. Для управления нагрузкой был разработан специальный модуль, схема которого приведена на рис. 15.

Это узел с опторазвязкой управляющих импульсов от источника напряжения любой полярности, к которому подключают управляемую нагрузку: импульсную нагрузку подключают к точкам 5 и 6, а постоянную — к точкам 4 и 5, минус источника напряжения подключают к точке 6, а

Таблица 9  
`iDif += iADCDif[MAX_ADC_DIF];`

Таблица 10

```

iDif = 0;
if( (uADC < (ADC_SP - ADC_GUARD)) || // Нижняя зона
    (uADC > (ADC_SP + ADC_GUARD)) || // Верхняя зона
    (iADCDif[MAX_ADC_DIF] != 0)) // Обнулённая производная
{
    if(uADC < ADC_SP){
        //uOCR0A--;
        iDif = (ADC_SP - uADC) * MAX_OCR0A_DIF / (ADC_SP - ADC_MIN);
        iDif = iDif < MAX_OCR0A_DIF ? -iDif : -MAX_OCR0A_DIF;
    } else{
        //uOCR0A++;
        iDif = (uADC - ADC_SP) * MAX_OCR0A_DIF / (ADC_MAX - ADC_SP);
        iDif = iDif < MAX_OCR0A_DIF ? iDif : MAX_OCR0A_DIF;
    }
} else
{
    iSumDif = 0; // Обнуление интегральной составляющей
    iDif += iADCDif[MAX_ADC_DIF]; // Дифференциальная составляющая
    iDif += (iSumDif >> 6); // Интегральная составляющая
}

```

нагрузкой резистор R2 не устанавливаются, а вместо R7 устанавливают перемычку. В проекте на выводе D12 (см. рис. 4) формируются управляющие импульсы с частотой 1 Гц и скважностью 2, которые поступают на точку 2

Осталось выбрать коэффициент усиления интегральной составляющей. Как уже отмечалось, интегральная составляющая — это память регулятора, благодаря которой отклонение от уставки сводится к минимуму, а также увеличи-



вается значение корректирующего значения при длительном рассогласовании. При вхождении регулятора в зону нечувствительности интегральную составляющую необходимо обнулять, чтобы избежать ненужных колебаний в районе уставки.

Перед тем как вернуть скорректированное значение длительности замкнутого состояния коммутирующего элемента в регистр **ОС00А** таймера Timer/Counter0, его необходимо уложить в допустимые границы (табл. 11).

Также в проекте заложен механизм прямого измерения длительности исполнения алгоритма ПИД-регулирования. На выводе D11 A1 (см. рис. 4) формируются импульсы с начала измерения напряжения на выходе ИСН до момента записи скорректированного значения длительности замкнутого состояния коммутирующего элемента в регистр

**ОС00А**. Длительность таких импульсов равна 45 мкс, 26 мкс из которых — фоновое измерение аналогового значения при выбранных параметрах преобразования, т. е. чистое время работы самого алгоритма составляет 19 мкс, что эквивалентно 1,9 % процессорного времени для цикла 1 мс. Это значит, что процедуру управления ИСН можно безболезненно встраивать в рабочие проекты без потери их производительности.

Таким образом, мы получили так нужный в радиолюбительских экспериментах лабораторный блок питания для совместного питания аналоговых и цифровых устройств, а также приобрели универсальный опыт по настройке ПИД-регулятора на примере управления длительностью управляющих импульсов ИСН, который можно использовать в своей практике для других приложений.

1. **Терещук Р. М., Терещук К. М., Семенов С. А.** Полупроводниковые приёмно-усилительные устройства. Справочник радиолюбителя, издание третье, переработанное и дополненное. Компенсационный стабилизатор напряжения с дополнительным кремниевым стабилизатором. — Киев: Наукова думка, 1987, с. 551.

2. **Лукьянов Д.** Простой двуполярный стабилизатор. — Радио, 1984, № 9, с. 53, 54.

3. **Добкин В. М., Дулеев Е. М., Фельдман Е. П.** Автоматическое регулирование тепловых процессов на электростанциях. — М.: Госэнергоиздат, 1959.

От редакции. Упомянутые в статье программы находятся по адресу [http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/PID\\_reg.zip](http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/PID_reg.zip) на нашем ftp-сервере.

## Настольный вольтметр 4½ разряда

С. БИРЮКОВ, г. Москва

*У автора в запасах нашлась микросхема ICL7135 — АЦП на 4½ разряда с выходом на динамическую индикацию. Вольтметр с такой разрядностью может быть весьма полезен. Он позволяет, например, более точно контролировать работу зарядных устройств, что особенно важно для Li-Ion аккумуляторов, следить за медленно изменяющимися параметрами, поэтому автор решил изготoвить настольный вольтметр, описание которого предлагается в этой статье.*

Принцип работы микросхемы ICL7135 (отечественный аналог — КР572ПВ6) такой же, как и у хорошо известных микросхем КР572ПВ2 и КР572ПВ5 [1, 2], он называется методом двойного интегрирования. Если очень кратко — вначале конденсатор в интегрирующей цепи фиксированное время заряжается током, пропорциональным измеряемому напряжению, затем разряжается фиксированным током, и время его разрядки измеряет счётчик. Это время соответствует измеряемому напряжению.

Отличия АЦП ICL7135 от упомянутых — на порядок большая точность измерения и выходы для динамической индикации, но в нём отсутствуют встроенные источник образцового напряжения (ИОН) и тактовый генератор.

Схема предлагаемого вольтметра приведена на рис. 1. Измеряемое напряжение через делитель R1R2 подается на входы +IN и -IN микросхемы DD1.

Максимальное входное напряжение 19,999 В приводится к 1,98 В, что соответствует рекомендуемым 2 В, источник образцового напряжения должен быть настроен на 0,99 В. Для такого варианта делителя точность его сопротивлений не важна, поскольку есть калибровка вольтметра резистором R10, необходима их стабильность, можно, например, использовать резистор R1 сопротивлением 9,1 МОм, R2 — 1 МОм. Можно также установить R1 — 10 МОм, R2 — 1 МОм, при этом источник образцового напряжения должен быть настроен на 0,909 В.

Источник образцового напряжения собран на микросхемах DA1, DA3 и резисторах R8—R11, R15. Микросхема DA1 — TL432СТА фирмы HTC в корпусе TO-92, это так называемый "регулируемый стабилизатор". При соединении выводов 1 и 3 эта микросхема обеспечивает стабильное напряжение 1,24 В. Следует иметь в виду, что мик-

росхемы TL432 некоторых производителей имеют напряжение стабилизации 2,5 В, особенности микросхем TL432 различных производителей приведены в статье [3].

Микросхема DA3 LM334Z в корпусе TO-92 — генератор тока, стабилизируемый его ток пропорционален абсолютной температуре корпуса. При 20 °С ток определяется по формуле  $I \text{ (мА)} = 66,6 \text{ мВ/Р (Ом)}$  и при сопротивлении резистора R15, равном указанному на схеме, составляет около 1,5 мА. При изменении температуры на  $\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  изменение тока равно около  $\pm 3,4 \%$ , что никак не скажется на стабилизируемой микросхемой DA1 напряжении, но наличие стабилизатора тока сделает образцовое напряжение неизменным при разрядке аккумулятора G1.

Внешний тактовый генератор частотой 100 кГц собран на компараторе DA3.1 микросхемы LM393N (отечественные аналоги — К1401СА3 и КР1040СА1).

Параметры элементов интегрирующей цепи R13C2C4 микросхемы DD1 соответствуют рекомендациям изготовителя. Для корректной работы микросхемы АЦП при напряжении питания  $\pm 3,2 \text{ В}$  размах напряжения на выходе интегратора уменьшен за счёт увеличения сопротивления резистора R13 с 100 кОм до 150 кОм. Элементы R4, R12, VD1 — вспомогательные, они ускоряют восстановление после перегрузки и обеспечивают более чёткое переключение компаратора полярности АЦП.

При нажатии на кнопку SB1 можно проконтролировать напряжение питания.

Как уже было отмечено выше, микросхема АЦП ICL7135 обеспечивает динамическую индикацию, её работа проиллюстрирована на рис. 2. С двояких выходов B1, B2, B4, B8 микросхемы поочередно выдаются параллельные коды цифр, которые необходимо индицировать, а с выходов, соответствующих позиции индицируемого знака, — импульсы положительной полярности (D1 — младший разряд, D5 — старший).



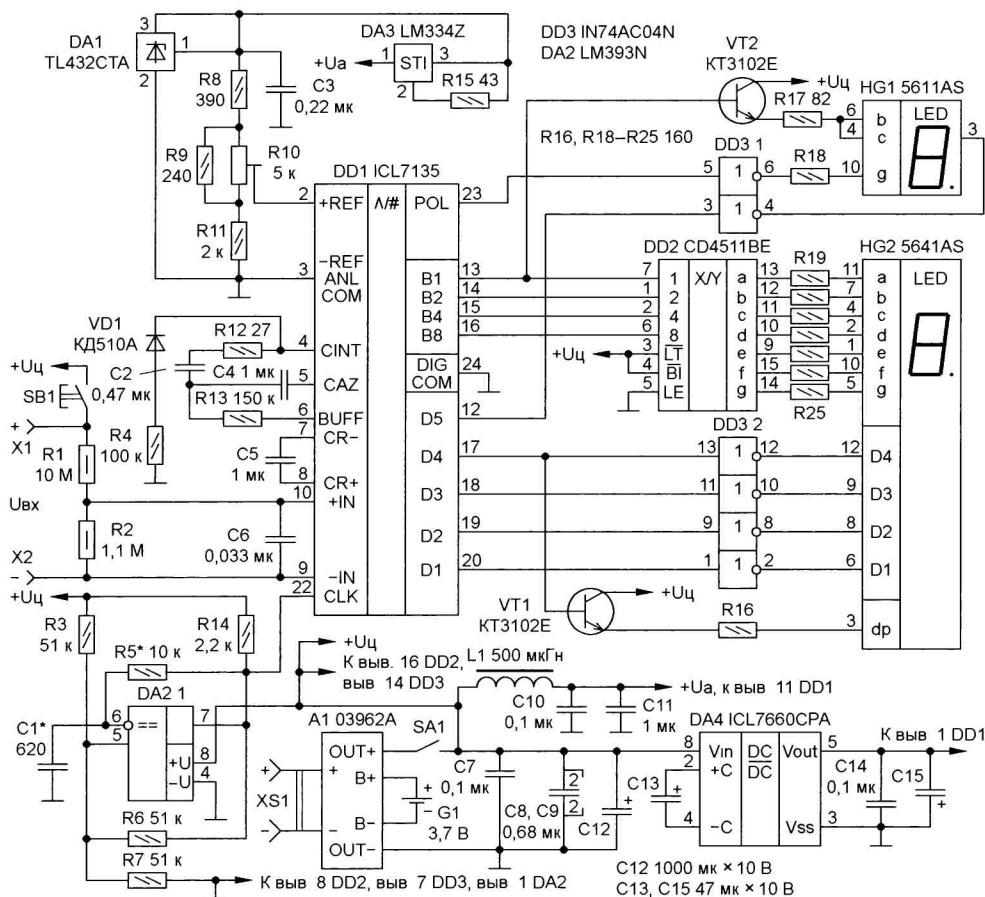


Рис. 1

Для индикации четырёх младших разрядов используется четырёхразрядный индикатор с общими катодами HG2 с высотой цифр  $0,56'' = 14,2$  мм. Для подачи на катоды знаков импульсы с выходов D1—D4 инвертируются элементами микросхемы DD3 IN74AC04N (это экспортная маркировка белорусской микросхемы КР1554ЛН1). Нагрузочная способность этой микросхемы достаточна для обеспечения яркой индикации знаков в динамическом режиме.

Параллельные коды цифр преобразуются в коды семизначного индикатора с помощью микросхемы DD2 CD4511BE (отечественный аналог по цоколёвке в планарном корпусе — 1564ИД23), предназначенной для подачи сигналов на индикаторы с общим катодом и имеющей требуемую нагрузочную способность.

Для старшего разряда и знака используется одиночный индикатор HG1 той же серии. Для индикации единицы в старшем разряде используется сигнал с выхода B1, если на нём 0, сегменты b и c погашены, если на нём 1 — b и c включены, индицируется 1. Выход B1 усилен эмиттерным повторителем на транзисторе VT2.

Выход знака POL микросхемы ICL7135 потенциальный, на нём высокий уровень для индикации плюса, низкий — для минуса. В предлагаемой конструкции подсвечивается только знак минус, и тоже в динамическом режиме, одновременно с индикацией в старшем

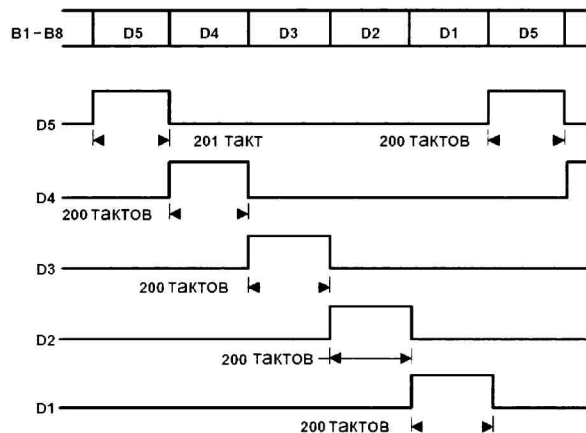


Рис. 2

разряде. Правая часть элемента g индикатора десятков вольт прикрыта самоклеющейся чёрной бумагой с вырезом, формирующим правую часть знака "минус".

Для подсветки десятичной точки в разряде D4 (также в динамическом режиме) используется усиленный сигнал с одноимённого выхода.

Питание вольтметра осуществляется от одного Li-Ion аккумулятора типоразмера 18650 ёмкостью 3 А·ч, потребляемый ток при напряжении питания 4,2 В равен 40...50 мА, он меняется при изменении числа включённых элементов индикаторов и уменьшается по

мере разрядки аккумулятора. Для его зарядки, аналогично конструкции [4], использована специализированная плата зарядного устройства на микросхеме TP4056 с защитой аккумулятора, маркировка платы — 03962A.

Минусовое напряжение питания микросхемы DD1 с током около 1 мА обеспечивает ставший уже стандартным "преобразователь полярности" ICL7660CPA [5, 6] (отечественный аналог — КР1168ЕП1).

В устройстве использованы в основном резисторы МТ, МЛТ и их импортные аналоги. В делителях напряжения необходимо установить стабильные резисторы (C2-29В — оптимально, ОМЛТ с допуском 0,5%, C2-13, C2-14). Для R1, R2 установка стабильных резисторов обязательна, для R8, R11 — желательна, стабильность резистора R9 не требуется. Подстроечный резистор R10 — многооборотный импортный, приобретённый в АлиЭкспрессе в составе комплекта с микросхемой LM3914N-1 и некоторыми другими деталями для сборки индикатора заряженности Li-Ion аккумулятора или батареи. Конден-



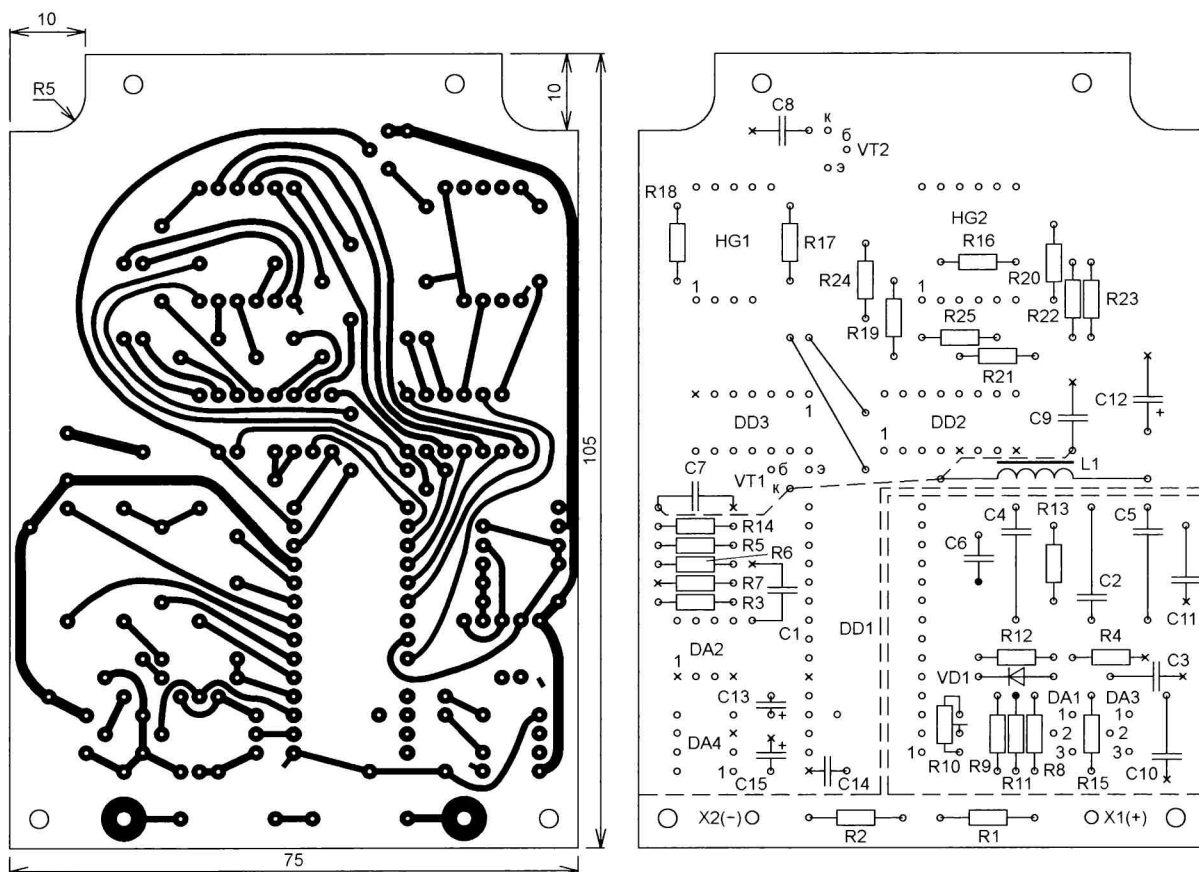


Рис. 3

саторы — КМ5 (С1), К73-17 на номинальное напряжение 63 В (С2, С4, С5) и С6 на 400 В, импортные аналоги К50-16 (С12, С13, С15), КМ6 (С3, С7—С11, С14), эти конденсаторы можно установить ёмкостью от 0,33 до 1 мкФ. Транзисторы VT1, VT2 — практически любые маломощные структуры п-р-п с коэффициентом передачи тока базы не менее 50, дроссель L1 — ДМ0.1 с индуктивностью 500 мкГн.

Почти все элементы вольтметра установлены на печатной плате размерами 75×105 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на рис. 3. На одной стороне платы разведены проводники, на другой почти полностью сохранён слой металлизации, он является "общим проводом". Проводники печатной платы дополнены двумя перемычками на стороне деталей (сплошные линии) и тремя на стороне проводников, показанными штриховыми линиями. Общий провод разделён на две зоны — аналоговую и цифровую, они соединены перемычкой под корпусом DD1 около её выводов 5 и 24. Линия раздела показана двойными штриховыми линиями. Кроме того, фольга на стороне установки деталей снята вдоль нижнего края для формирования контактных площадок для подпайки входных гнезд (см. далее). Отверстия со стороны установки деталей раззенкованы.

На виде расположения деталей знаками "х" обозначены места пайки выводов радиоэлементов к фольге общего

провода, в этом случае отверстия под выводы не сверлят, залитыми чёрным цветом кружками — места пайки к фольге общего провода и контактной площадке на стороне проводников, в этом случае отверстия не зенкуют.

Плюсовые цепи питания также разделены на аналоговую +Ua и цифровую +Uц части. Плюсовой выход зарядной платы А1 через выключатель SA1 подключён проводом к левому по виду расположения деталей выводу дросселя L1, от которого расходятся проводники к цифровым потребителям по цепи +Uц — микросхемам DD2, DD3, DA2 и преобразователю полярности DA4. От правого вывода дросселя по цепи +Ua подаётся питание на аналоговые потребители — ИОН (DA1 и DA3) и АЦП (DD1). Минусовый выход зарядной платы А1 подключён к контактной площадке, расположенной под микросхемой DD1 рядом с её выводом 26, в которую вклепана трубчатая заклёпка и пропаяна с двух сторон.

С резистора R2 входного делителя часть измеряемого напряжения подаётся на контакты 9 и 10 микросхемы DD1 витой парой проводов МГТФ-0,07.

Индикаторы HG1 и HG2 установлены в отрезки гнездных линеек, впаянных в печатную плату, это даёт возможность разместить под индикаторами часть токоограничивающих резисторов R16—R25. Микросхема DD1 также установлена в панель, собранную из двух разрезанных вдоль панелей для 14-выводных микросхем. Это позволяет не устанавли-

вать дорогостоящую микросхему до проверки других узлов устройства.

Монтаж платы следует начать с тех элементов, выводы которых подпаиваются к металлизации общего провода, это облегчит доступ к местам пайки.

Печатная плата прибора разработана для использования на месте DA3 микросхемы LM334Z в корпусе TO-92, однако приобретённая в АлиЭкспрессе микросхема с такой маркировкой оказалась фальшивкой, это был обычный р-п-р транзистор. Одновременно там же (но у другого продавца) была приобретена микросхема LM334MX в корпусе для поверхностного монтажа SOP-8, она соответствовала маркировке. Микросхема была распаяна на печатную плату размерами 12×12 мм, предназначенную для установки микросхем в таком корпусе, и использована в этой конструкции. Обратите внимание, что цоколёвка микросхемы в корпусе SOP-8 иная, по сравнению с корпусом TO-92, — выводам 1, 2, 3 (TO-92) соответствуют выводы 4, 1, 2 и 3.

Печатная плата установлена в пластмассовый корпус размерами 141,5×81,5×39,5 мм (продавец в АлиЭкспрессе указывает его размеры 140×82×38 мм) и прикреплена винтами к брускам из органического стекла (рис. 4). Брусочки приклеены цианакрилатным клеем к бортам задней стенки так, что между платой и задней стенкой обеспечивается зазор 15 мм. В передней стенке корпуса, напротив индикаторов, вклеен прямоугольник из прозрач-



ного красного органического стекла. Малогабаритная кнопка SB1 вклеена в боковую стенку корпуса таким же клеем.

Аккумулятор установлен в соответствующий держатель, купленный в АлиЭкспрессе. Следует иметь в виду, что продаваемые в этом магазине держатели (пеналы) бывают, по крайней мере, двух типов — с выводами из проводов и с выводами в виде лепестков. Держатель с выводами из проводов не требует укорочения (как это пришлось делать в [4]), в него можно установить как аккумулятор без защитной платы (длина 65 мм), так и с такой платой (длина 67 мм), но из него очень неудобно его извлекать, лучше доработать его боковые стенки — уменьшить боковыми их высоту.

Плата зарядного устройства установлена на задней стенке корпуса деталями к этой стенке под основной платой устройства. Для облегчения теплового режима на микросхему TP4056 наклеен теплоотвод размерами 9×9×5 мм. Напротив светодиодов зарядной платы в стенке просверлено отверстие диаметром 3 мм, в которое изнутри корпуса введена капля прозрачного термоклея, что позволяет отслеживать процесс зарядки аккумулятора.

В качестве входных гнезд использованы контакты под штыри 1,5 мм от разъёма 2PM, они впаяны в печатную плату. На передней панели вольтметра установлены корпуса гнезд Г1,6, у которых срезана часть, из которой выведен контакт для пайки, и извлечён сам контакт. Контакты от 2PM при сборке устройства вводятся в указанные корпуса.

Налаживание вольтметра следует начать без микросхемы DD1 при напряжении питания 3,5...4 В. Подборкой конденсатора C1 и (или) резистора R5 устанавливают частоту тактового генератора ( $100 \pm 2$ ) кГц. Затем подстраивают резистор R10 для получения на его движке напряжения 0,99 В, при необходимости корректируют сопротивление резистора R8 или R11, подключая к ним параллельно дополнительные резисторы.

Проверяют, что на контакт 1 панели для установки микросхемы DD1 приходит минусовое напряжение питания. После проведения указанных операций устанавливают индикаторы и микросхему DD1. Далее все операции следует делать спустя не менее десяти минут после последней пайки.

При подаче питания на индикаторах через несколько секунд должны установиться нулевые значения, время от времени может включаться знак минус. Если подключить точку соединения резисторов R1 и R2 к выводу 2 микросхемы DD1, на индикаторах должно появиться значение в пределах от 9,995 до 10,000; если эту точку подключить к верхнему по схеме выводу резистора R8, — значение, близкое к 12,350. Эти подключения следует проводить без пайки, поскольку любой существенный нагрев

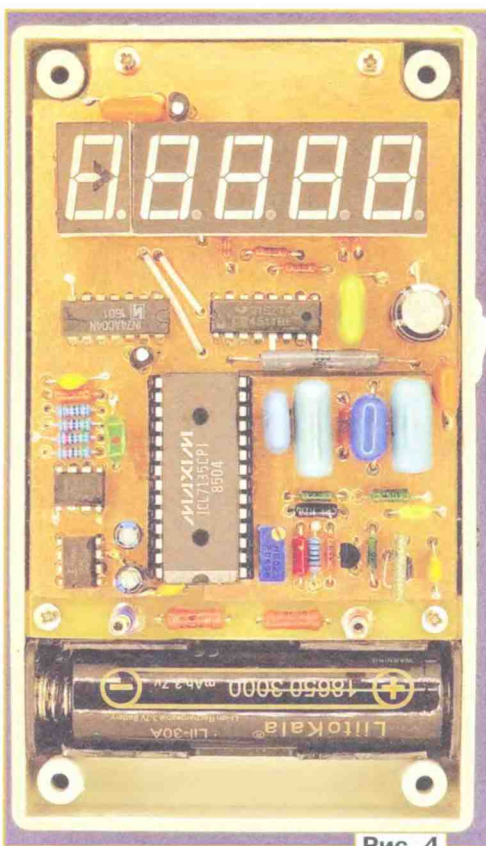


Рис. 4

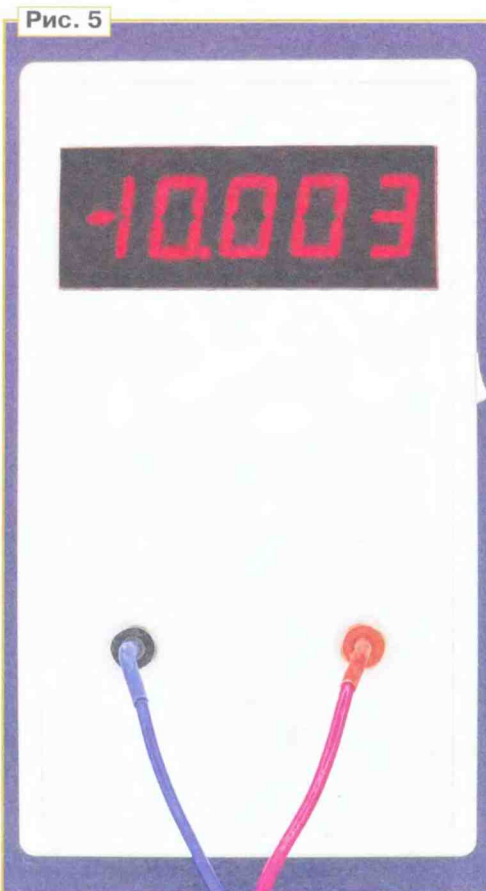


Рис. 5

радиоэлементов приводит к изменению показаний.

Далее к входу вольтметра следует подключить источник напряжения 14...18 В, не связанный с сетью, например, аккумуляторную батарею от шуруповёрта. Показания через несколько секунд должны застabilizироваться, допускается нестабильность в пределах одной единицы младшего разряда (EMP). Если сменить полярность подключения, должен появиться знак минус, не должно быть изменения показаний более одной EMP.

Оставляют подключённый источник на десять минут и наблюдают за показаниями, дрейф не должен превышать одну-две EMP.

При контроле напряжения внутреннего аккумулятора питания нажатием на кнопку SB1 возможны скачки показаний до нескольких EMP, поскольку оно зависит от числа включённых элементов индикаторов.

Для калибровки вольтметра на его вход следует подать напряжение от 10 до 19 В, контролируемое точным вольтметром, и с помощью подстроечного резистора R10 добиться одинаковых показаний обоих приборов. Можно также использовать откалиброванный по точному вольтметру прецизионный источник напряжения [7].

При проведении калибровки следует соблюдать рекомендацию статьи [7] — если калибруемый вольтметр питается от сетевого источника (проверка работы в интервале напряжения питания 3,2...4,2 В), источник прецизионного напряжения должен питаться от батареи, поскольку, если источники питания обоих устройств сетевые, уровень помех может существенно превышать разрешающую способность вольтметра и его показания будут нестабильными.

Общий вид вольтметра приведён на рис. 5.

Вместо микросхемы LM334 можно использовать стабилизатор LowDrop (с малым падением) на напряжение 1,6...2,4 В, например серии XC6206. Вариант схемы ИОН с использованием стабилизатора на напряжение 1,8 В приведён на рис. 6. Сопротивление резистора R15 должно быть таким, чтобы ток через него был равен около 1,5 мА.

Если вольтметр должен быть с несколькими пределами, многопредельным, его делитель следует собрать по схеме рис. 7. Большой трудностью в этом случае будет подбор точных резисторов делителя для сохранения высокой точности измерений, для него резисторы R1—R3, R5 должны иметь точность 0,03 %, в крайнем случае 0,05 %, R4 — 0,5 %, например, проволочные резисторы МВСГ, МРГЧ, МРХ, Р2-67, С5-5В, С5-53. Источник образцового напряжения должен быть настроен на 1 В.

Резистор R6 служит для отделения конденсатора С6 (см. рис. 1) от цепи, в которой производится измерение, его сопротивление не критично.



Нижнее плечо делителя с сопротивлением, кратным 1,1(1), можно собрать и с другим соотношением сопротивлений резисторов из ряда E48, как показано на рис. 7 в правой части. Допуск резистора R7 должен быть не хуже 5 %.

Если в наличии есть высокоточные резисторы (допуск 0,03 %) только с сопротивлением, кратным 10, нижнее плечо делителя 11,111 кОм можно составить из резистора 10 кОм 0,03 % и последовательно соединённых с ним

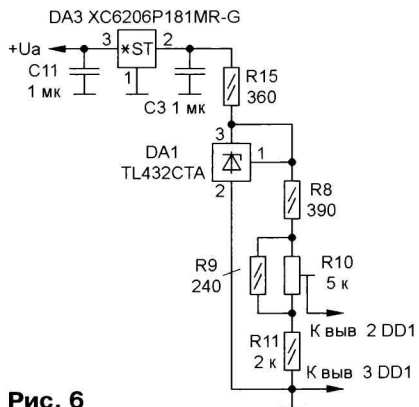


Рис. 6

и параллельно между собой резисторов 1,2 кОм 0,25 % и 15 кОм 2 %.

Для многопредельного вольтметра потребуется ещё одна секция переключателя SA2 для включения десятичной точки, соответствующей выбранному пределу.

Изготовленный вольтметр обладает двумя непринципиальными недостатка-

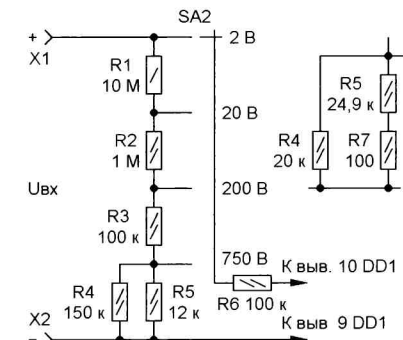


Рис. 7

ми. Во-первых, яркость индикаторов заметно падает по мере разрядки аккумулятора, но остаётся вполне достаточной при снижении напряжения питания до 3,2 В. Во-вторых, очень непривычны (и некрасивы) цифры 6 и 9, больше похожие на мягкий знак и развёрнутую букву "Р", это особенность применённой микросхемы преобразования дво-

ичного кода в коды семизлементного индикатора CD4511BE. Заменить эту микросхему можно на K561ИД4 или K561ИД5, но у них другая цоколёвка, и для них потребуется умощнение выходов эмиттерными повторителями на п-р-п транзисторах. Хорошо знакомая микросхема K514ИД1 применима при напряжении питания 5 В и также только при умощнении выходов.

Упомянутая выше, как аналог CD4511BE, микросхема 1564ИД23 в планарном корпусе не требует умощнения выходов и имеет привычную индикацию цифр 6 и 9.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. А. Портативный цифровой мультиметр: Сб.: В помощь радиолюбителю, вып. 100, с. 71—90. — М.: ДОСААФ, 1988.
2. Бирюков С. Применение АЦП КР572ПВ5. — Радио, 1998, № 8, с. 62—65.
3. Бирюков С. Разрядное устройство — приставка к эквиваленту нагрузки. — Радио, 2024, № 4, с. 25—27.
4. Бирюков С. Вольтметр из миллиомметра. — Радио, 2024, № 5, с. 37—39.
5. Бирюков С. Преобразователи напряжения на переключаемых конденсаторах. — Радио, 2001, № 12, с. 44, 45.
6. Глибин С. Настольный вольтметр. — Радио, 2019, № 2, с. 31—33.
7. Бирюков С. Прецизионный источник напряжения. — Радио, 2024, № 7, с. 28, 29.

## Стабилизатор напряжения в корпусе батареи 6F22

А. ПАНЬШИН, г. Москва

В статье приводится описание стабилизатора напряжения 9 В, размеры которого соответствуют размерам батареи типоразмера 6F22 ("Крона", "Корунд"). Необходимость в таком стабилизаторе напряжения возникла при работе с радиомикрофоном SVEN MK-710. Его приёмник питается от батареи 6F22. При ёмкости щелочной батареи 0,6 А·ч и токе потребления приёмника около 40 мА продолжительность работы должна быть около 15 ч, но из-

ния в цепь питания установлен диод Шоттки, падение напряжения на нём равно 0,12...0,15 В;

— в приёмнике установлен интегральный стабилизатор напряжения +5 В, питающий его узлы. В описании на используемый интегральный стабилизатор указано, что напряжение на входе должно на 2 В превышать выходное напряжение. На практике эта разница меньше, но при разрядке батареи до 6,3...6,4 В у приёмника загорается

На рис. 1 приведена схема стабилизатора напряжения, вставляемого в батарейный отсек приёмника SVEN MK-710 вместо батареи 6F22. На входе стабилизатора установлен разъём XS1 (DC 5,5×2,1 для установки на плату), к которому подключается вилка сетевого блока питания (адаптера). На выходе стабилизатора установлен разъём X1 (от батареи 6F22). Для уменьшения воздействия ВЧ-помех, проникающих из сети в приёмник, на выходе установлен фильтр на конденсаторах C3—C6 и дросселе L1. Дроссель намотан на ферритовом кольце размерами 10×6×4 мм, покрытом синей эмалью. Намотка выполнена сложным вдвое проводом ПЭЛШО 0,38 до заполнения, это примерно 30 витков. Концы обмоток провода закреплены клеем "Момент", а на выводы для маркировки надеты отрезки цветной изоляционной трубки.

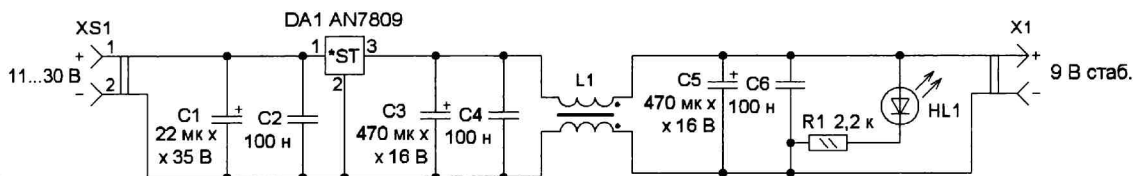


Рис. 1

за особенностей приёмника это время сокращается по следующим причинам:

— в приёмнике радиомикрофона батарея подключена не к соответствующему разъёму, а к двум плоским пружинным контактам. Для исключения неправильной полярности её подключе-

индикатор разрядки батареи, и он перестаёт работать;

— приёмник SVEN MK-710 подключён к аудиокolonке и находится в неподвижном положении, поэтому автономный источник питания ему не нужен.

Стабилизатор собран на двух платах из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж первой показан на рис. 2, а второй — на рис. 3. Конденсаторы C1, C3 и C5 — импортные, C1 — высотой 10 мм, C3 и C5 — высотой 12 мм. Остальные



конденсаторы — керамические импортные. При этом конденсаторы С1 и С2 должны быть на номинальное напряжение не менее 35 В. Интегральный стабилизатор напряжения (использован без тепловода) может быть любого типа в корпусе ТО-220 с подходящей цоколёвкой и выходным напряжением 9 В. Резистор R1 — любой подходящий по размерам, применён светодиод в прямоугольном корпусе, но подойдёт любой и в круглом корпусе диаметром 3 мм. Светодиод нужен для быстрой оценки исправности стабилизатора. При выключенном приёмнике после отключения адаптера от разъёма XS1 при исправных оксидных конденсаторах светодиод должен светить ещё несколько секунд.

На первой плате установлены конденсатор С2 и разъём XS1, у которого перед пайкой удаляют боковой вывод, а сам разъём приклеивают к плате. На второй плате установлены все остальные детали, к ней припаяны провода от

Боковой срез второй платы приклеивается к лицевой стороне первой платы. На второй плате концы перемычек загибают, отрезают излишки и припаивают к

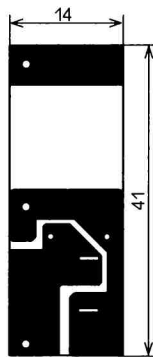


Рис. 2

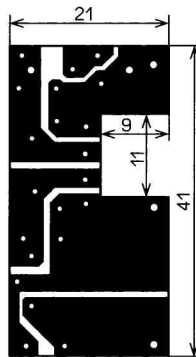


Рис. 3

клеивают к каркасу, а его выводы припаивают к соответствующим контактным площадкам. Вырезанную из текстолита заднюю стенку размерами 21×12,5 мм, в которой сделан вырез для разъёма XS1 8×12 мм, приклеивают между платами и разъемом XS1 так, чтобы корпус разъёма XS1 выступал наружу на 1 мм. Для укрепления задней стенки к её задней поверхности и ко второй плате дополнительно приклеивают отрезок текстолита размерами 5×12,5 мм (рис. 6).

Затем с помощью наждачной бумаги и надфиля удаляют все выступы, выходящие за края плат, уменьшают толщину припаянных перемычек на 0,5 мм и закругляют края плат. Собранный стабилизатор помещён в отрезок термоусаживаемой трубки диаметром 25 мм, тремя рёбрами жёсткости для которой служат края плат и место их соединения, а четвёртым — корпусы конденсаторов С1, С3, С5 и места склейки отрезков текстолита (рис. 7).



Рис. 4



Рис. 6

разъёма X1. Этот разъём вынимают из старой батареи 6F22, выравнивают заднюю поверхность и припаивают к внутренним сторонам его контактов отрезки изолированных проводов длиной 30 мм. На второй плате сделан вырез для дросселя L1. Отверстия на платах для выводов дросселя, соединительных проводов разъёма X1 и перемычек имеют диаметр 1,2 мм. Конденсатор С1 размещён на корпусе микросхемы, поэтому его выводы, на которые надеты изолирующие трубки, должны быть достаточной длины. Если выводы конденсатора С1 короткие, их надо удлинить с помощью лужёных проводов и надеть на них изолирующие термоусаживаемые трубки. Вид смонтированной второй платы показан на рис. 4.

После установки элементов обе платы соединяют перемычками — отрезками одножильного лужёного провода длиной около 30 мм и диаметром 1 мм. Расположение элементов на платах и их соединение показаны на рис. 5. Перемычки вставляют в отверстия первой платы и припаивают к их контактным площадкам. Затем свободные концы перемычек от первой платы отгибают под прямым углом и на расстоянии 1,5 мм от платы сгибают и вставляют в отверстия второй платы. На склеиваемые поверхности плат наносят клей "Суперклей" и прижимают их друг к другу до затвердения клея.

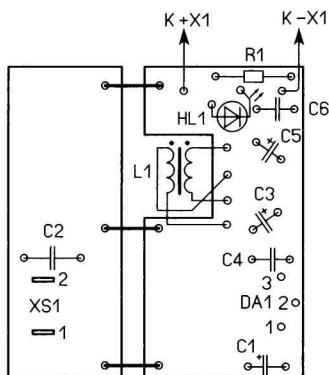


Рис. 5

их контактным площадкам. К разъёму XS1 подключают адаптер, измеряют напряжение на выходе стабилизатора. Если оно равно 9 В, приклеивают дроссель L1 к первой плате клеем "Момент".

Передней стенкой стабилизатора служит разъём от батареи 6F22. Он крепится на каркас из двух отрезков текстолита и передних кромок плат. В одном из отрезков сделан пропил для светодиода HL1. Эти отрезки приклеивают к первой и второй платам, затем склеивают между собой. Разъём при-



Рис. 8

На передней стенке загнутые края термоусаживаемой трубки обрезают бритвой или скальпелем по краям контактов X1. На задней стенке её обрезают по периметру разъёма XS1. Если между корпусом XS1 и термоусаживаемой трубкой образовалась щель, в неё булавкой вносят небольшое количество клея "Суперклей" и прижимают на





Рис. 7

несколько минут. То же самое делают при отслоении трубки на передней и задней стенках. Использовать клей на

основе растворителей (например "Момент", "Моделист") нельзя, он размягчает трубку.

В приёмнике SVEN MK-710 переделки минимальные. В крышке батарейного отсека надо просверлить по месту отверстие диаметром 5,5 мм для разъёма адаптера (рис. 8). После этой переделки приёмник SVEN MK-710 сохраняет возможность работать от батареи 6F22. Адаптеры лучше применять с сетевыми трансформаторами, нестабилизированные — с выходным напряжением 12 В или стабилизированные — с напряжением 12...30 В.

Всего было сделано несколько таких стабилизаторов, все они показали хорошую работу. Этот стабилизатор можно использовать для питания других радиоэлектронных устройств, рассчитанных на питание от батареи типа 6F22.

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/6F22.zip> на нашем FTP-сервере.

## Лабораторный блок питания

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

В статье рассматривается лабораторный блок питания (ЛБП), показавший высокую надёжность в работе. Первый вариант этого ЛБП был разработан и изготовлен девять лет назад, затем он был модернизирован. Его схема показана на рис. 1. По сути, это комбинированный ЛБП со стабилизацией выходного тока и напряжения. Выходное напряжение регулируется в

интервале 2,5...16 В, выходной ток — в интервале от 5 мА до 2,2 А. При коротком замыкании выходной цепи устройство остаётся в режиме стабилизации тока, а выходное напряжение уменьшается практически до нуля. Наибольший ток короткого замыкания — 2,2 А.

ЛБП работает следующим образом. Выпрямление переменного напряжения вторичной обмотки (18 В) осуществ-

ляется диодным мостом VD3 с конденсатором фильтра C3. Постоянное напряжение на выходе выпрямителя — 25 В без нагрузки и 18 В при токе нагрузки 1,6 А и выходном напряжении ЛБП 16 В. Выпрямитель с удвоением напряжения выполнен на диодах VD1, VD2 и конденсаторах C1, C2, напряжение на конденсаторе C2 без нагрузки — 50 В. К выходу этого выпрямителя подключён параметрический стабилизатор R1VD4, обеспечивающий питание усилителя постоянного тока (УПТ) на транзисторах VT1, VT3, управляющего регулирующим составным транзистором VT2.

ОУ DA1.2 используется в стабилизаторе тока, напряжения на его входах плюсовые. Образцовое напряжение снимается с движка резистора R10 и поступает на инвертирующий вход ОУ

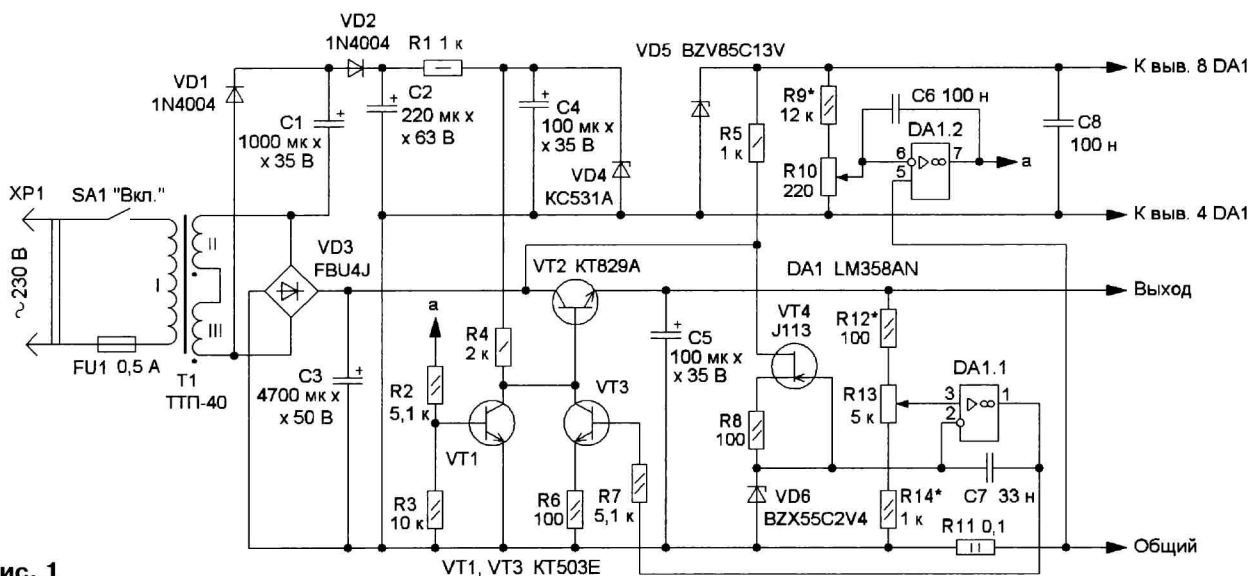


Рис. 1



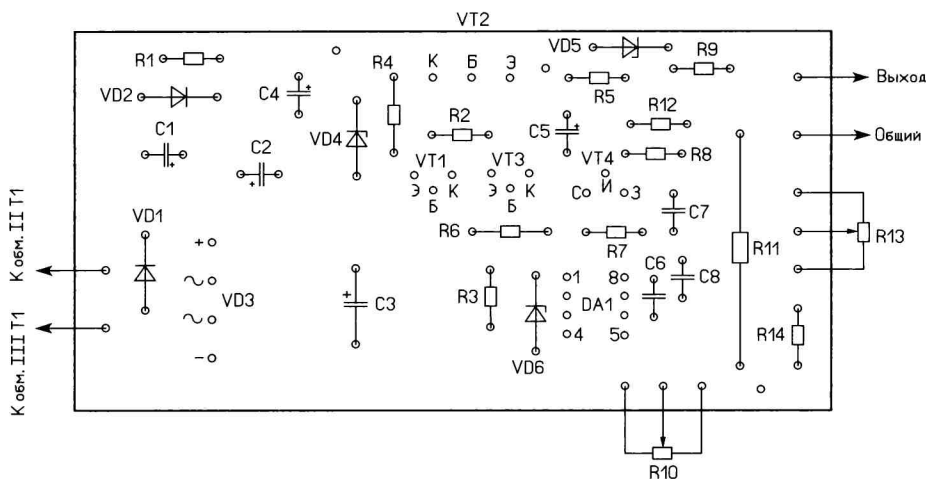
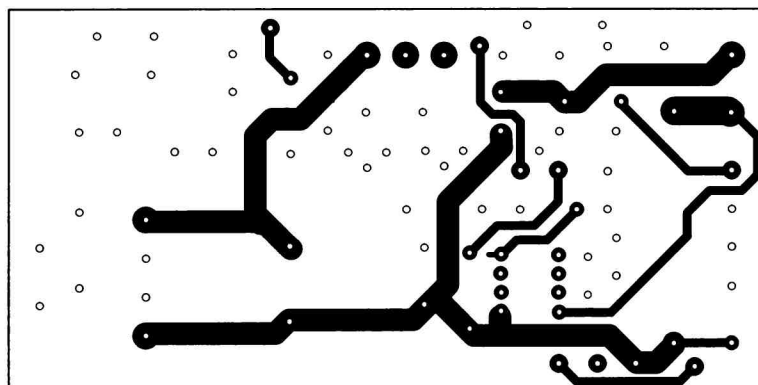
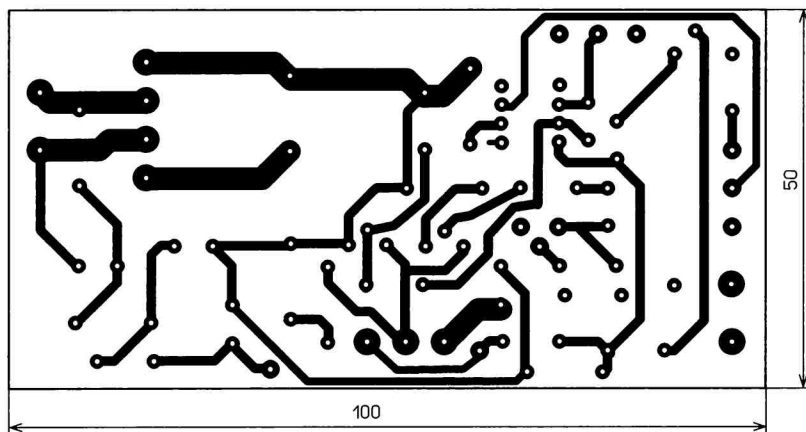


Рис. 2

DA1.2. Контролируемое напряжение, пропорциональное выходному току, снимается с датчика тока — резистором R11 и поступает на неинвертирующий вход этого ОУ. Переменным резистором R10 устанавливаются максимальный ток нагрузки.

ОУ DA1.1 используется в стабилизаторе напряжения. Источник образцового напряжения выполнен на транзисторе VT4 и стабилитроне VD6. Контролируемое напряжение, пропорциональное выходному, снимается с резистивного делителя R12—R14. Регулируется выходное напряжение переменным резистором R13. Конденса-

торы C6 и C7 устраняют самовозбуждение ОУ DA1.1 и DA1.2 на высокой частоте.

Плата устройства изготовлена из двухстороннего стеклотекстолита, чертеж и расположение элементов показаны на рис. 2. Регулирующий транзистор VT2 смонтирован на теплоотводе. При работе ЛБП среднее значение тепловой мощности, выделяемой на регулирующем транзисторе, — около 7 Вт. В случае короткого замыкания выделяемая тепловая мощность значительно возрастает, к примеру, при напряжении  $U_{кз} = 17$  В и токе  $I_{кз} = 2,2$  А она будет около 37 Вт. Поэтому для исключения

перегрева транзистора теплоотвод следует выбирать исходя из наибольшей тепловой мощности.

Применены постоянные резисторы R1, R4 — CF-50, МЛТ, резистор R11 — C5-16МВ, остальные — CF-25, C1-4. Переменный резистор R10 — СП4-1, резистор R13 — 16К1-В5К. Оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, конденсаторы C6—C8 — К10-17. Замена стабилитрона КС531А — стабилитрон ВZV85С30, замена составного транзистора КТ829А — транзистор ВD677.

Пульсации на выходе ЛБП (канал 1) и на выходе выпрямителя (канал 2) пока-



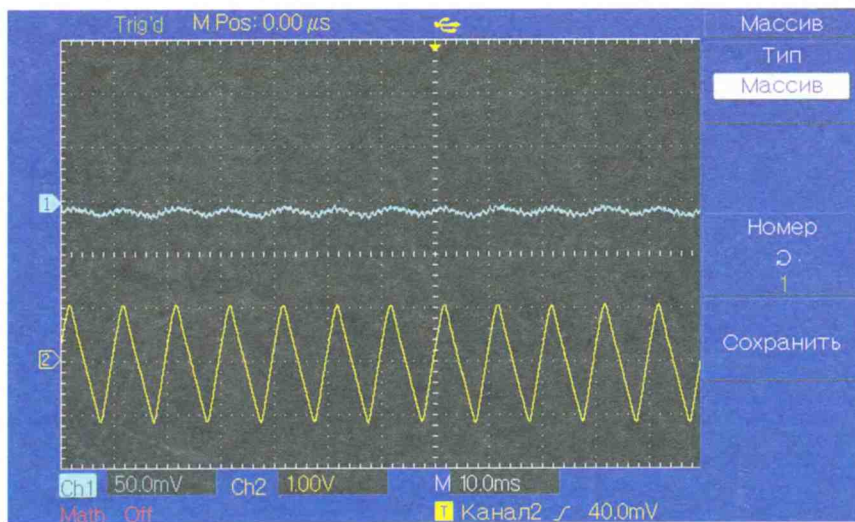


Рис. 3

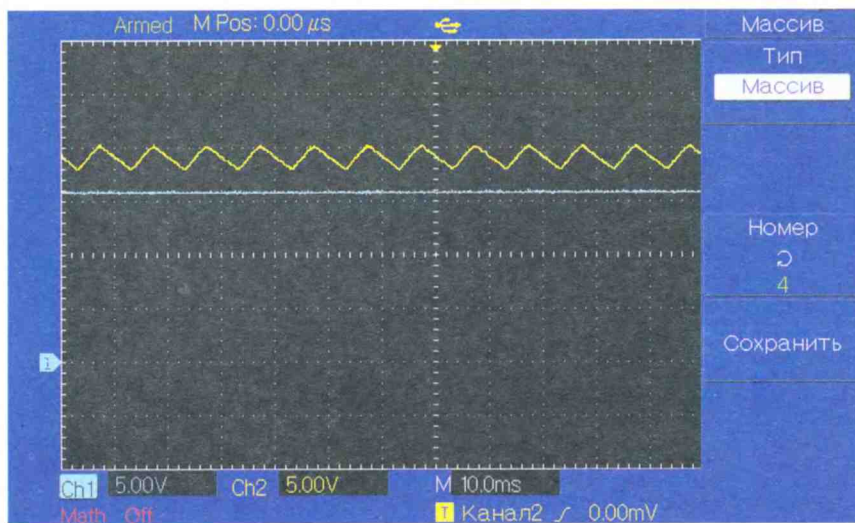


Рис. 4

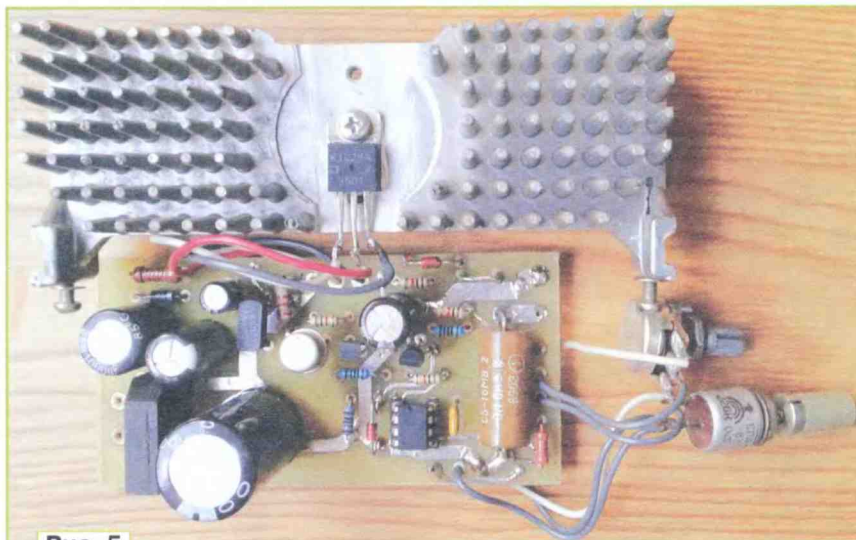


Рис. 5

заны на **рис. 3**. Входы осциллографа закрыты, выходное напряжение — 16 В, ток — 1,6 А. На **рис. 4** показаны осциллограммы при открытых входах осциллографа. Собранная плата ЛБП показана на **рис. 5**.

Налаживание ЛБП проводят в следующей последовательности. Начинают с расчёта сопротивлений резисторов R9 и R10. Отправная точка — падение напряжения на датчике тока (R11) при максимальном токе нагрузки. Если в ЛБП планируется установить встраиваемый модуль амперметра/вольтметра, резистор R11 исключают из схемы и его функцию будет выполнять токовый шунт этого модуля. Максимальный выходной ток зависит от максимального тока вторичной обмотки трансформатора T1 (диодный мост VD3 и транзистор VT2 выбраны с запасом по току), в нашем случае — 2 А. Добавляем 10 % и получаем ток 2,2 А. При сопротивлении резистора R11 = 0,1 Ом напряжение на нём будет 0,22 В. Следовательно, максимальное напряжение на инвертирующем входе ОУ DA1.2 должно быть равно 0,22 В (в верхнем по схеме положении движка резистора R10). Ток делителя напряжения R9/R10 определим по формуле  $I = U_d/R_{10}$ , где  $U_d$  — максимальное напряжение на датчике тока (резистор R11). Сопротивление резистора R9 =  $U_{VDS}/I - R_{10}$ , где  $U_{VDS}$  — напряжение стабилизации стабилитрона VD5.

В делителе напряжения R12—R14 сопротивления резисторов R12 и R14 подбираются методом последовательного приближения из-за их взаимного влияния. Вначале подборкой сопротивления резистора R12 устанавливают минимальное выходное напряжение, равное напряжению на стабилитроне VD6. Затем подборкой резистора R14 устанавливают максимальное выходное напряжение. Если минимальное напряжение изменилось, подборку повторяют. В заключение надо правильно подключить переменные резисторы к плате. Для этого движок переменного резистора поворачивают до упора по часовой стрелке и вывод, который будет соединён со средним выводом, подключают у резистора R10 с резистором R9, а у резистора R13 — с резистором R12.

В заключение о применении устройства для зарядки свинцовых кислотных аккумуляторных батарей (далее АКБ) с напряжением 6...12 В на примере батареи DT1212. Номинальное напряжение этой АКБ — 12 В, ёмкость — 12 А·ч при разрядке током 0,6 А до напряжения 1,75 В на элемент. Сначала надо установить конечное напряжение батареи (14,5...14,9 В). Устанавливают минимальный ток зарядки и подключают батарею. Затем устанавливают номинальный ток зарядки  $I_{зар} = 0,1 \cdot C$ , где C — номинальная ёмкость батареи. По окончании зарядки зарядный ток уменьшится до 100...150 мА — аккумулятор заряжен.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/lbp.zip> на нашем FTP-сервере.



# Расширение возможностей простого USB-тестера

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Сегодня радиолюбители в своей практике используют так называемые USB-тестеры, номенклатура и функциональные возможности которых существенно различаются. С помощью самых продвинутых можно протестировать не только исправность USB-портов персональных компьютеров, ноутбуков и т. д., но и некоторые параметры заряжаемых встроенных аккумуляторов.

В статье рассмотрена возможность применения одного из самых бюджетных USB-тестеров (рис. 1) без маркировки производителя. Он предназначен в первую очередь для измерения ём-

кости заряжаемых от ЗУ аккумуляторов, а также параметров самих ЗУ. Этот USB-тестер (далее — тестер) подключают к выходному гнезду ЗУ, а к его выходу подключают заряжаемое устройство. Тестер снабжён ЖКИ, на который выводится информация о выходном напряжении ЗУ, потребляемом от него токе, времени зарядки и электрической ёмкости, полученной аккумулятором от ЗУ. Достоинства этого тесте-

ра — подсветка ЖКИ и наличие режима памяти, при котором результаты измерений сохраняются при отключении напряжения. Для сброса этих данных (обнуления показаний) служит кнопка Reset. Но возможности этого USB-тестера можно существенно расширить, если дополнить его приставками, описание которых приведено далее. Поскольку этот тестер позволяет измерить электрическую ёмкость аккумулятора при его зарядке от ЗУ, было бы хорошо, если бы он смог измерить её и при разрядке. Кроме того, желательно, чтобы с

напряжения 3,4...12 В, что объясняется наличием на плате тестера стабилизатора напряжения 3,3 В. Следует отметить, что на некоторых сайтах для схожих по конструкции тестеров указано максимальное входное напряжение 18 В.

Сравнение результатов измерения напряжения тестером и мультиметром APPA61 показало, что в интервале 2,9...12 В разница в показаниях не превысила 20...30 мВ, что можно признать неплохим результатом и позволит использовать тестер для измерения ёмкости Li-Ion аккумуляторов при их

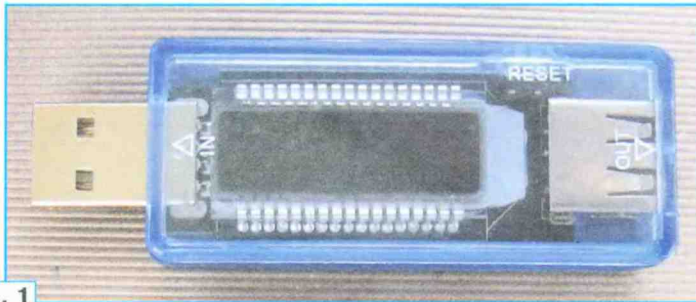


Рис. 1

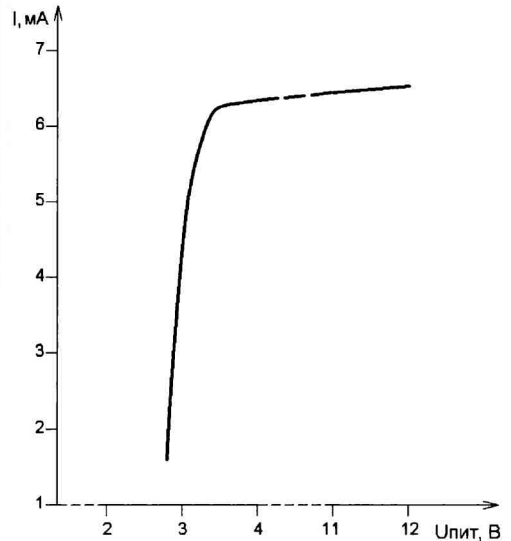


Рис. 2

его помощью можно было проверить и другие источники питания. Но сначала надо оценить некоторые параметры тестера, в том числе и метрологические. Зависимость потребляемого тока от напряжения питания показана на рис. 2. Он не превышает 6,3 мА и незначительно изменяется в интервале питающего

его помощью можно было проверить и другие источники питания. Но сначала надо оценить некоторые параметры тестера, в том числе и метрологические. Зависимость потребляемого тока от напряжения питания показана на рис. 2. Он не превышает 6,3 мА и незначительно изменяется в интервале питающего



Рис. 3

разрядке вплоть до напряжения 3 В. А вот с измерением тока не всё так хорошо. Дело в том, что в качестве датчика тока применён резистор сопротивлением 0,025 Ом, что обусловлено необходимостью минимизировать падение напряжения на нём при протекании тока несколько ампер. Но в этом случае на АЦП микроконтроллера с датчика поступает небольшое напряжение, поэтому погрешность будет большой. При проведении измерений оказалось, что на ток менее 30 мА тестер вообще не реагирует, т. е. на его индикаторе нулевые показатели. При плавном увеличении тока нагрузки показания амперметра тестера скачком изменяются



на 30 мА, иногда на 40 мА. Поэтому при измерении тока менее 100 мА погрешность достигает нескольких десятков процентов. По мере увеличения тока

проводников. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, кроме R5 — для поверхностного монтажа. Переменный резистор может быть любой,

массовом корпусе, поскольку он приклеен к плате, конденсаторы — керамические К10-17а или аналогичные импортные. ОУ может быть общего

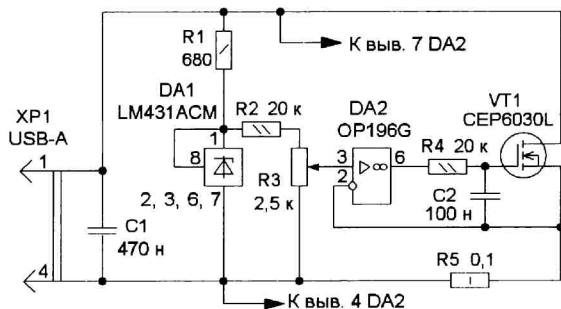


Рис. 4

погрешность измерения уменьшается (рис. 3). По этой причине для уменьшения погрешности измерения ёмкости аккумуляторов при их разрядке желательно применить электронный эквивалент нагрузки со стабильным регулируемым током. Если же в качестве нагрузки применить резистор или другие резистивные нагрузки, которые можно приобрести в Интернете, по мере разрядки аккумулятора ток будет меняться, что и станет причиной дополнительной погрешности при измерении ёмкости.

Поэтому первой приставкой будет электронная нагрузка. Она должна быть с регулируемым током до нескольких ампер. Такую нагрузку проще всего сделать на основе стабилизатора тока [1], который должен быть работоспособен при напряжении питания от 3 В и более. Схема такой электронной нагрузки показана на рис. 4. В ней применены ОУ OP196G (DA2) класса Rail-to-Rail [2] и мощный полевой транзистор CEP6030L [3] с малыми напряжением открывания и сопротивлением открытого канала. На микросхеме параллельного стабилизатора напряжения DA1 собран источник образцового напряжения, 2,5 В. С движка переменного резистора R3 уменьшенное напряжение поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2. На инвертирующий вход ОУ поступает напряжение с датчика тока — резистора R5. Стабилизатор тока работает так, что ОУ уравнивает напряжение на своих входах, поэтому при увеличении напряжения на движке резистора R3 увеличивается и ток через резистор R5. Поскольку почти всё напряжение питания падает на полевом транзисторе, на нём и рассеивается практически вся потребляемая электронной нагрузкой мощность. Поэтому его необходимо разместить на теплоотводе.

Все элементы электронной нагрузки размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертеж платы и размещение элементов показаны на рис. 5. Все элементы смонтированы на стороне печатных

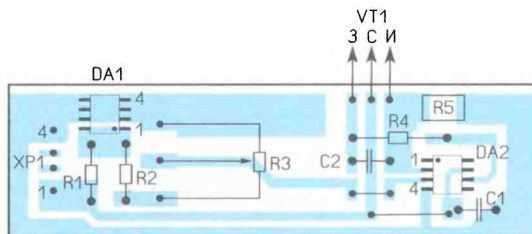
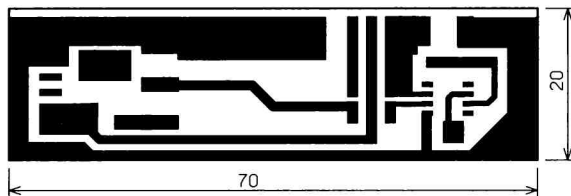


Рис. 5

подходящий по размерам с характеристикой А в пласт-



Рис. 6



Рис. 7



назначения класса Rail-to-Rail с минимальным напряжением питания не более 3 В. Следует обратить внимание на то, что максимальное напряжение применённого ОУ — 15 В.

Вид смонтированной платы показан на **рис. 6**, её размеры выбраны исходя из размеров теплоотвода, который

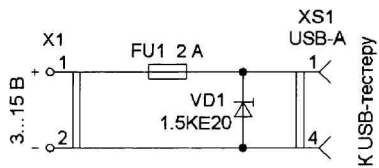


Рис. 8

использован от видеокарты ПК. Полевой транзистор установлен на теплоотводе через теплопроводящую пасту. После монтажа и проверки работоспособности USB-разъём и теплоотвод приклеены к плате эпоксидным клеем или секундным клеем с так называемым сварочным гранулятом. При необходимости налаживание сводится к установке максимального тока, де-

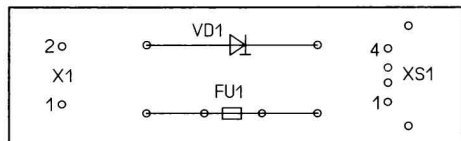
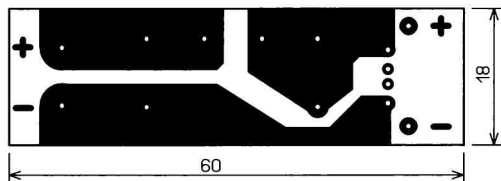


Рис. 9

лают это подборкой резистора R2. Поскольку в этой конструкции применён теплоотвод с относительно небольшой эффективной площадью, максимальный ток ограничен значением около 2 А. При использовании теплоотвода с большей площадью максимальный ток можно увеличить в два или три раза.

Для проверки зарядных устройств эквивалент нагрузки подключают к выходу ЗУ с USB-разъёмом (**рис. 7**) и, изменяя ток нагрузки, наблюдают за изменением выходного напряжения ЗУ.

Как отмечено выше, с помощью этого тестера и эквивалента нагрузки можно измерить ёмкость аккумулятора или аккумуляторной батареи при разрядке. Но для этого надо к тестеру подключить проверяемый аккумулятор или батарею. Сделать

Рис. 10

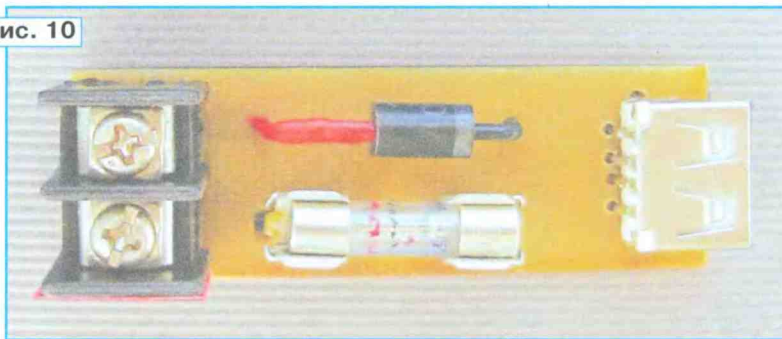


Рис. 11

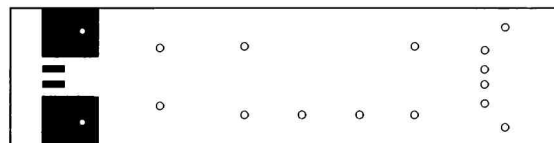
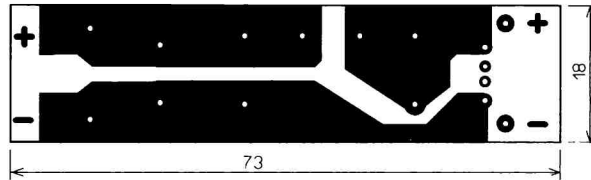


Рис. 13

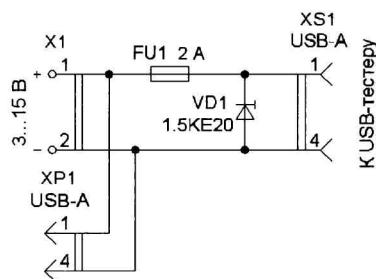


Рис. 12

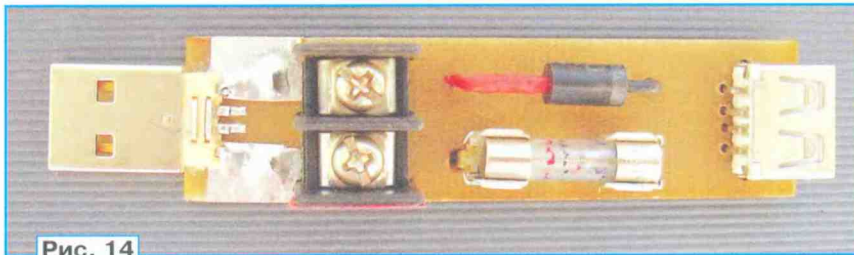
это можно с помощью простой, уже второй, приставки, схема которой показана на **рис. 8**. Её включают на вход тестера. Она содержит винтовой разъём-клеммник X1, к которому можно подключить провода, имеющиеся у аккумулятора, или провода с соответствующим разъёмом. Защитный диод VD1 вместе с плавкой вставкой FU1 защищают тестер от неправильной полярности или запредельного значения входного напряжения.

Чертёж печатной платы второй приставки показан на **рис. 9**. Она изготовлена из фольгированного с одной сто-



роны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Здесь применён держатель для плавкой вставки, чтобы была возможность её оперативной замены, а также защитный диод с напряжением ограничения 15...17 В, рассчитанный на ток, превышающий ток срабатывания плавкой вставки. Вид смонтированной печатной платы показан на **рис. 10**.

Для измерения ёмкости аккумуляторную батарею подключают к входу второй приставки, к которой подклю-



**Рис. 14**

чают тестер с эквивалентом нагрузки (**рис. 11**). Установив требуемый ток разрядки, периодически контролируют напряжение аккумулятора (батареи) и отключают устройство, когда он разрядится до минимального напряжения. Если аккумулятор или батарея снабжена драйвером защиты от чрезмерной разрядки, за их напряжением можно не следить.

Такой вариант измерений можно использовать для проверки различных источников питания, в том числе нестабилизированных, например, для снятия зависимости выходного напряжения от тока нагрузки.

Следует отметить, что при проверке ЗУ возможны варианты, когда его выходное напряжение (в случае возникновения неисправности) может быть

существенно больше номинального, что небезопасно для тестера. Поэтому ЗУ желательно проверять с помощью второй приставки, которую надо усовершенствовать, снабдив её USB-разъёмом. Схема такого варианта показана на **рис. 12**, а чертёж печатной платы для неё — на **рис. 13**. Эта плата изготовлена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Через отверстия в плате рядом с разъёмом XP1 печатные проводники на обеих сторонах платы

соединены отрезками лужёного медного провода. Внешний вид модернизированной второй приставки показан на **рис. 14**.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2002, № 2, с. 40, 41.
2. OP196/OP296/OP496. — URL: <https://click.ru/3AhqBV> (11.06.24).
3. CEP6030L/CEB6030L. — URL: <https://click.ru/3A6gAJ> (11.06.24).

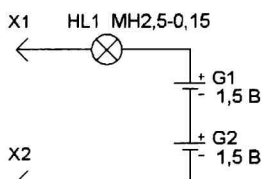
*От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/tester.zip> на нашем FTP-сервере.*

## Прозвонка на ионисторе

**С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.**

Для проверки целостности электрических цепей можно пользоваться цифровыми мультиметрами, но есть всем известный простейший прибор, именуемый прозвонкой, который прекрасно выполняет эту же функцию. Он состоит из элемента питания, миниатюрной лампы накаливания и двух щупов, конструкция которых может быть различной. Схема такой прозвонки представлена на **рис. 1**. Замыкая щупы напрямую, затем через контролируемую цепь, по яркости свечения лампы можно определить качество контакта и целостность цепи. Такая прозвонка часто применяется при ремонте оборудования с релейно-контакторной

схемой управления. В некоторых случаях с её помощью можно обнаружить такую неисправность, которую мультиметром найти затруднительно. В общем — прибор до сих пор актуален.



**Рис. 1**

## МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Радиодетали в режиме онлайн.  
Более 6 000 000 позиций.  
[www.radiodetali.perm.ru](http://www.radiodetali.perm.ru)  
Тел: 8-800-201-75-54

## Вышла в свет новая книга



**Портнов Э. Л.,  
Колесников О. В.,  
Сеняевский А. Л.,  
Хромой Б. П.**

Волоконная оптика и измерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие для вузов / Э. Л. Портнов, О. В. Колесников, А. Л. Сеняевский и др. — М.:

Горячая линия — Телеком, 2023 г. — 440 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-1062-1

Систематизирована и структурирована обширная информация в области применения и перспектив развития волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Актуальные теоретические и практические решения волоконной оптики рассмотрены применительно к постоянно развивающимся технологиям по направляющим средам передачи. Описаны принципы передачи сигналов по оптическому волокну (ОВ), основные передаточные характеристики ОВ и нелинейные эффекты, возникающие в ОВ при передаче сигналов по пассивным оптическим компонентам, типы стандартных и новых оптических волокон и кабелей, их параметры и характеристики. Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения оптической связи. Приведены методики и различные способы измерения параметров ОВ и пассивных компонентов на различных этапах строительства и эксплуатации ВОЛС. Разобраны теоретические и практические вопросы, связанные с передачей света по оптическим волокнам (ОВ).

Для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки: 11.03.02 — "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (бакалавриат); 11.04.02 — "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (магистратура), а также для студентов технических вузов направлений подготовки группы 11.00. 00 — "Электроника, радиотехника и системы связи" и по специальности 05.12.13 — "Системы, сети и устройства телекоммуникаций" (аспирантура). Будет полезно для преподавателей и широкого круга специалистов, связанных с проектированием, разработкой и эксплуатацией ВОЛС.

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



Казалось бы, что тут ещё можно придумать? Но была сконструирована прозвонка без химического источника энергии, вместо него был применён современный конденсатор сверхбольшой ёмкости — ионистор, также называемый суперконденсатором. Ёмкость применённого конденсатора — 60 ф, номинальное напряжение — 2,7 В. Полной зарядки такого конденсатора хватает на 15 мин непрерывного свечения лампы накаливания MH2,5-0,15 (напряжение — 2,5 В, ток — 0,15 А), чего вполне достаточно для выполнения ремонтных работ в течение дня. Схема прозвонки с ионистором представлена на **рис. 2**. Диоды VD2—VD5 защищают накопительный конденсатор C1 от повышенного напряжения

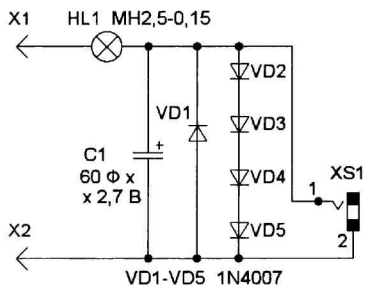


Рис. 2

прямой полярности, а диод VD1 — от напряжения обратной полярности. До появления неприятностей при ошибочном подключении прозвонки к необесточенной цепи успевает перегореть нить накала лампы HL1, которая играет в этом случае роль предохранителя. Гнездо XS1 предназначено для подключения источника питания для зарядки конденсатора C1. В отличие от аналога устройства с аккумулятором, у предлагаемой прозвонки малое время (70...80 с) полной зарядки конденсатора большим током и практически неограниченное число циклов зарядки/разрядки источника питания. Для "традиционного" варианта прозвонки требуются одноразовые гальванические элементы питания, которые после использования нужно правильно утилизировать.

Особенностями использования ионистора являются требования к напряжению, до которого он заряжается, и ограничение тока зарядки и разрядки. При их превышении ионистор выходит из строя.

Для быстрой зарядки ионистора используется специальное зарядное устройство (ЗУ), которое обеспечивает зарядный ток около 2 А и автоматически отключает конденсатор при достижении на нём напряжения 2,7 В. Схема такого ЗУ показана на **рис. 3**. Его основой является популярный таймер KP1006ВН1 (импортный аналог — 555) с типовой схемой включения. Работает оно следующим образом. После подачи питания на ЗУ к нему подключают предварительно разряженную прозвонку и нажимают на кнопку SB1. Срабатывает реле K1, которое своими контактами K1.1 подключает конденса-

тор прозвонки к выходу ЗУ. При этом конденсатор начинает заряжаться от напряжения 12 В через токоограничивающий резистор R5. Когда напряжение на конденсаторе достигнет 2,7 В, реле отключит конденсатор от цепи зарядки, и загорается светодиод HL1, свидетельствующий об окончании процесса зарядки.

Подробнее принцип работы устройства разберём на упрощённой схеме, показанной на **рис. 4**. Внутри микросхемы KP1006ВН1 есть два компаратора DA1, DA2, на их входах установлен резистивный делитель R1—R3, RS-триггер DD1, инвертор DD2 и транзистор VT1. Компараторы сравнивают напряжения на своих инвертирующем и неинвертирующем входах. Если напряжение на неинвертирующем входе больше, чем на инвертирующем, тогда на выходе компаратора установится лог. 1. В противном случае будет лог. 0. Триггер DD1 при подаче лог. 1 на вход R устанавливается в состояние с лог. 1 на своём инверсном выходе. При подаче на вход S лог. 1 на его выходе установится лог. 0. В остальное время триггер сохраняет своё состояние.

После подачи питающего напряжения в точке А напряжение близко к напряжению питания, поступающему через токоограничивающий резистор R<sub>T</sub>. Напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA1 будет больше, чем на инвертирующем. Поэтому на его выходе будет лог. 1.

Напряжение на инвертирующем входе компаратора DA2 больше, чем на неинвертирующем, на его выходе будет лог. 0. В результате триггер DD1 будет сброшен уровнем лог. 1 на входе R. На выходе триггера при этом будет лог. 1, транзистор VT1 откроется, и светодиод HL1 будет светить. Реле K1 будет обесточено.

При нажатии на кнопку SB1 в точке А напряжение упадёт до нуля. Компараторы DA1 и DA2 от этого поменяют свои выходные состояния на противоположные. На входе S триггера DD1 будет лог. 1, которая и переключит его. Транзистор VT1 закроется, и светодиод погаснет, а реле сработает и своими контактами подключит конденсатор C1 к резистору R<sub>T</sub>. В процессе зарядки напряжение на конденсаторе (в точке А) плавно увеличивается, при этом сначала переключится компаратор DA2, что приведёт к появлению лог. 0 на входе S триггера DD1 и не изменит его состояние. Дальнейшее увеличение напряжения приведёт к переключению компаратора DA1, который установит лог. 1 на входе R триггера DD1 и переключит его в исходное состояние. Светодиод HL1 при этом включится, а реле выключится, отключив конденсатор C1 от зарядной цепи. При отсутствии резистора R<sub>n</sub> пороги переключения компараторов пропорциональны 2/3 и 1/3 напряжения питания, т. е. 8 В и 4 В, что явно выше требуемого для зарядки конденсатора.

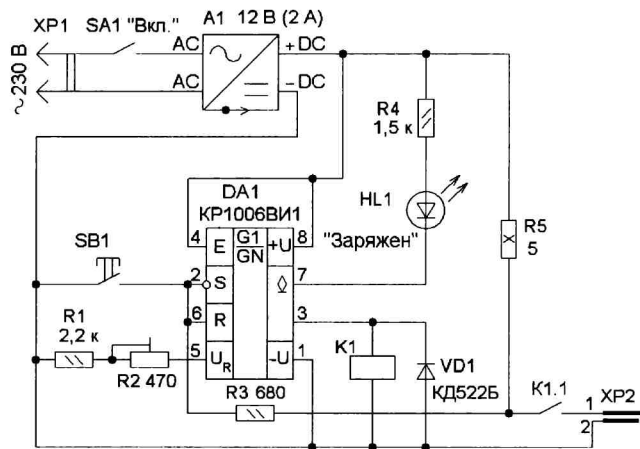


Рис. 3

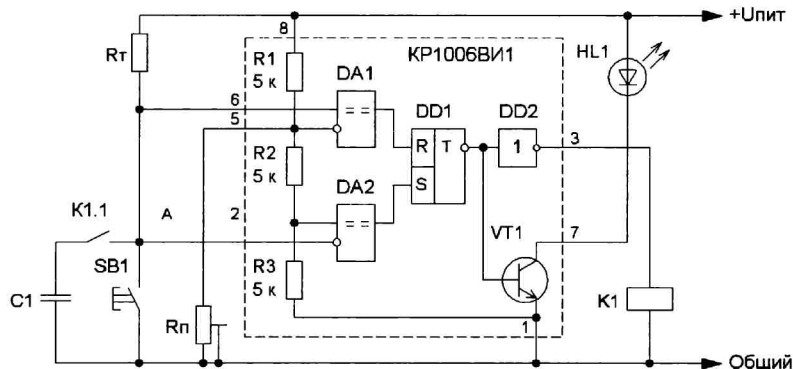


Рис. 4



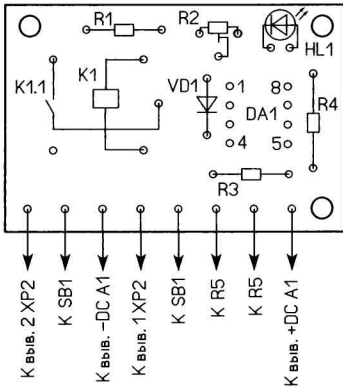
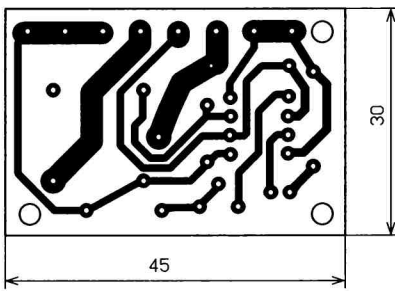


Рис. 5

Резистором  $R_n$  устанавливают порог напряжения переключения компаратора DA1 до 2,7 В.

Вернёмся к принципиальной схеме устройства (см. рис. 3). Резистор R1

ограничивает зарядный ток, он не превысит 2,4 А. Резистор R3 нужен для ограничения тока через кнопку SB1 в момент запуска процесса зарядки и при наличии остаточного напряжения на заряжаемом конденсаторе. Диод VD1 нужен для гашения ЭДС самоиндукции на катушке реле K1 при его отключении.

Налаживание ЗУ заключается в установке напряжения на накопительном конденсаторе, при достижении которого зарядка прекращается. Для этого движок резистора R2 устанавливают в правое по схеме положение и подключают прозвонку. К щупам прозвонки подключают вольтметр и нажимают на кнопку SB1. После отключения зарядки фиксируют

Затем разряжают конденсатор прозвонки, замкнув её щупы, и повторяют зарядку вновь. Напряжение отключения реле K1 желательно выставить точно 2,7 В, если оно будет больше, это может вывести ионистор из строя. При меньшем напряжении он будет заряжаться не полностью, что скажется на продолжительности непрерывной работы прозвонки. При первой зарядке нужно быть внимательным, чтобы не превысить напряжение конденсатора. Чтобы уменьшить время налаживания, можно временно использовать лампу накаливания с большей мощностью.

Большинство элементов ЗУ размещены на печатной плате, чертёж которой показан на рис. 5. Она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...2 мм. Интегральный таймер КР1006ВИ1 можно заменить импортным аналогом,

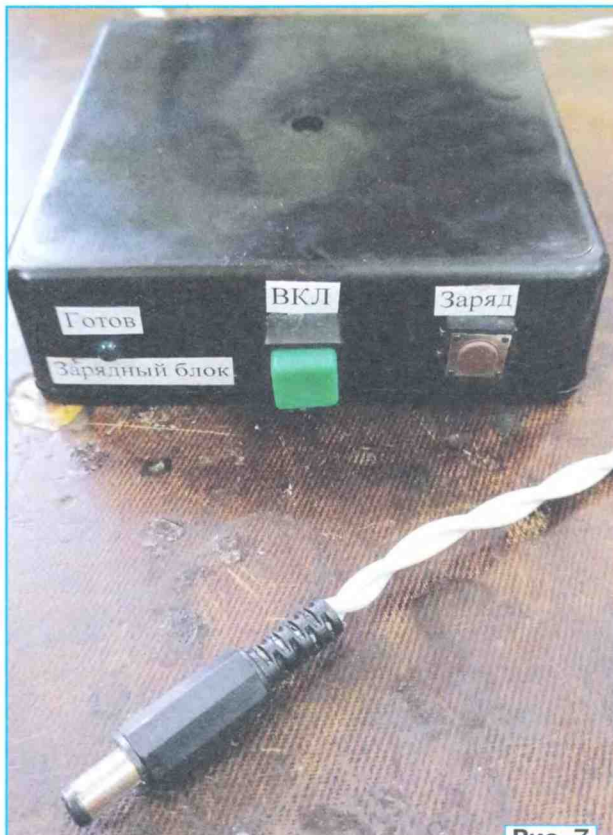


Рис. 7

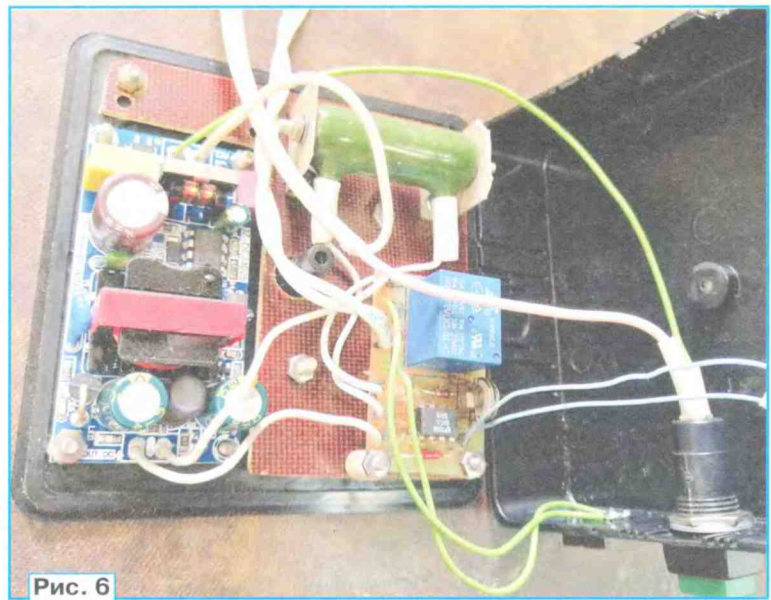


Рис. 6

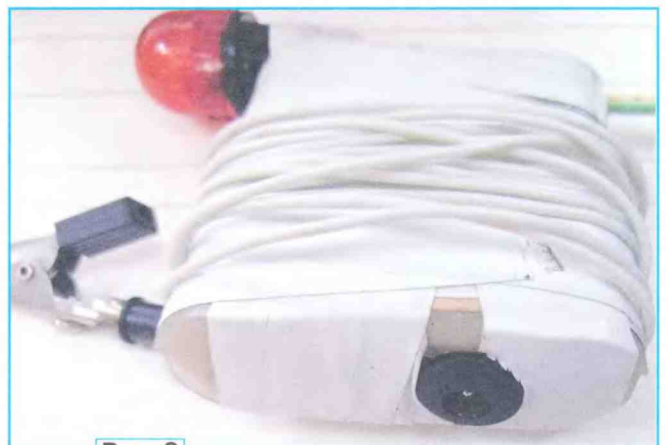


Рис. 8

напряжение на конденсаторе. Если оно оказалось менее номинального напряжения 2,7 В, смещают движок резистора R2 влево по схеме.

например таймером NE555. Резистор R5 — ПЭВ-10 или импортный, хотя его мощность и меньше рассеиваемой на нём мощности в процессе зарядки, ввиду ограниченного времени зарядки, это допустимо. Остальные постоянные резисторы — МЛТ, С2-23 или



импортные, подстроечный резистор — СПЗ-38а. Диод КД522Б можно заменить диодом 1N4148. Разъёмы для подключения прозвонки к ЗУ могут быть любыми, выдерживающими ток зарядки, а соединительные провода должны быть сечением 1,5...2,5 мм<sup>2</sup>, желательнее меньшей длины. Реле — SRD-12VDC-SL-C, но можно применить реле в аналогичном корпусе с сопротивлением обмотки не менее 150 Ом. Ионистор — СХНР2R7606R-TW или его аналог — К58-26-2,7В-50Ф. Кнопка SB1 — KAN1211-0501В 12×12×5 или другая аналогичная. В качестве источника питания применён готовый модуль на основе микросхемы DK124. Он обеспечивает питание стабилизированным напряжением 12 В и током до 2,5 А.

Источник питания можно использовать и на больший ток, что позволит сократить время зарядки ионистора. При этом нужно будет подобрать сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R5.

Плата устройства, резистор R5, кнопка и модуль питания размещены в пластмассовом корпусе габаритными размерами 100×100×45 мм (рис. 6). Внешний вид зарядного устройства показан на рис. 7, а прозвонки — на рис. 8.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/zvon.zip> на нашем FTP-сервере.

## МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, АТмега 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

## Суточный таймер "Четвертак"

В. РУБАШКА, г. Лисичанск, ЛНР

"Четвертак, четвертак — серебряная монета в четверть рубля, 25 коп., полуполтинник [1]".

Мечты часто сбываются. Особенно, если постараться их достичь. А мечта у меня была давняя — сделать суточный таймер для себя. К

сожалению, реальность отодвигает мечты, и порой надолго. Вначале в таймере планировалось применять логические микросхемы, но прошло нема-

ло лет, и мечта воплотилась в реальность уже на микроконтроллере (МК). Пока шло время, предприимчивые люди наполнили рынок всевозможными таймерами. Некоторые из них почти копировали мечту. Правда, её реализация была не современной. Электродвигатель с редуктором вращает пластиковый диск установки промежутков времени. Нажатые ламели диска замыкают кнопку подачи напряжения на нагрузку. Сердито, но не очень дешево и надёжно. А главное — не очень точно. Особенно, если в сети периодически пропадает напряжение. Накопившаяся ошибка со временем приведёт к неприятным последствиям. Не вовремя включённая реклама, конечно, не так опасна, как не вовремя выключенный нагреватель или другой мощный прибор. Поэтому нужен таймер с энергонезависимыми часами. Такие таймеры тоже есть, возразите вы, и будете правы. Но суточного тай-

Рис. 1



Рис. 2





мера, который настраивается с интервалом в 15 минут и светодиодной индикацией настройки, я нигде не нашёл. Собственно, название таймера и произошло от его дискретности в четверть часа.

В начале каждого нового проекта перед разработчиком встаёт масса вопросов, порой весьма сложных и нередко противоречивых. Выбор элементной базы, схемотехнических решений, разработка программного обеспечения, проектирование печатной платы и дизайн корпуса, макетирование, сборка и налаживание. Над коммерческими разработками трудятся целые коллективы разноплановых специалистов. А радиолюбительские конструкции зачастую придумывает, проектирует и претворяет в



Рис. 3

жизнь один человек. И хотя это довольно сложно, многие люди выбирают именно это направление в качестве хобби. Решение разных противоречивых вопросов вызывает такие чувства и эмоции, ради которых стоит постоянно учиться и повышать свой уровень профессионализма.

Итак, всё начинается с идеи. У меня под рукой всегда находится блокнот с ручкой. Идею или внезапно посетившую мысль упускать нельзя. Несмотря на век современных гаджетов, заменить по скорости фиксирования мысли блокнот и ручку они пока не могут. Достаточно нескольких минут, чтобы набросать рисунок и добавить пару предложений описания, зарисовать блок-схему или алгоритм. И даже изобразить внешний вид готового изделия.

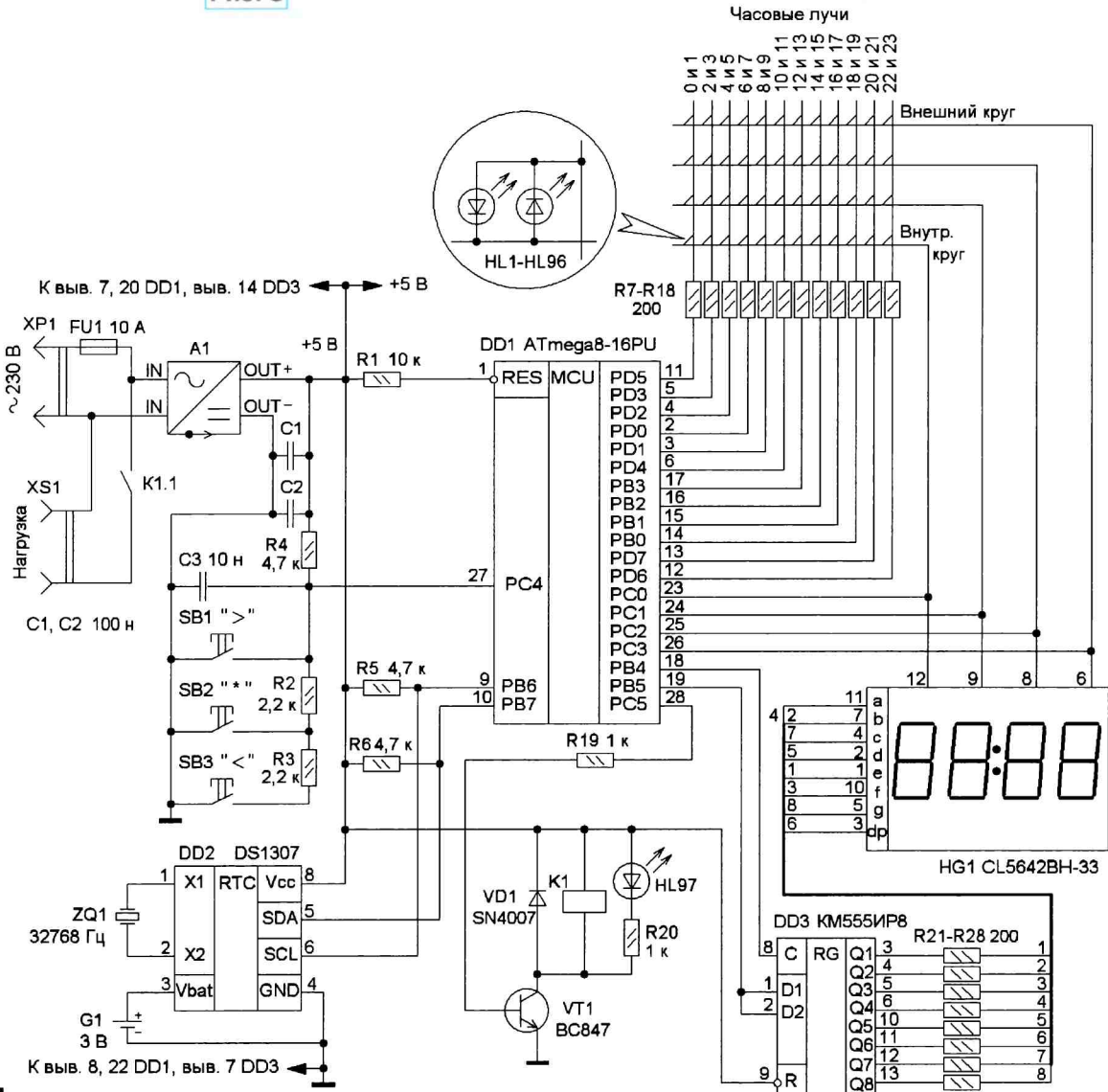


Рис. 4



Конечно, всё можно сделать на телефоне, планшете, ноутбуке, компьютере... Но это кому как удобнее. Позже я переншу бумажную идею в цифру с помощью обычного фото со страницы блокнота. Для каждой такой идеи создаю свою папку. Со временем в папку попадает разная дополнительная информация — литература по теме, изображения из Интернета, похожие решения, справочные данные. Наступает момент, когда папка из идей переносится в текущие проекты. Иногда идея так и остаётся нереализованной, но я с удовольствием, во время перерыва, просматриваю эти папки, а под настроение, по вечерам, перелистываю пожелтевшие страницы многочисленных тетрадей и блокнотов. Когда старые идеи соприкасаются с новыми знаниями и движутся реальной необходимостью, рождаются интересные и полезные вещи. Одной из воплотившихся идей хочу поделиться с вами, уважаемые читатели.

Таймер "Четвертак" (рис. 1—рис. 3) предназначен для управления мощной нагрузкой по заданной пользователем программе. Каждый час разделён на четыре интервала. Итого в сутках есть 96 пятнадцатиминутных четвертей (уставок), доступных для выбора и программирования. Этот таймер удобно использовать в наружной рекламе, управлении насосом скважины, подсветке рассады, цветов, грибницы, продолжении светового дня для животных, для имитации присутствия на объекте и во многих других случаях.



Рис. 5

Как всегда, при разработке радиолюбительских устройств приходится использовать комплектующие, которые есть в наличии. Было принято решение выбрать один из микроконтроллеров

AVR семейства Mega. Его быстродействие и памяти вполне хватит для такой довольно простой задачи. Единственный нюанс — наличие доступных входов/выходов для используемой в таймере периферии. Давайте посчитаем необходимое нам число выводов. Для цифрового индикатора (восемь элементов в каждом из четырёх разрядов) нужно 12 выводов. Для трёх кнопок — три вывода, для управления реле — один вывод, для микросхемы часов реального времени — два вывода. Подключение 96 светодиодов (матрица 24×4) потребует ещё  $24 + 4 = 28$  выводов. В итоге потребуются 46 выводов. Если не предпринимать никаких мер, в таймере придётся использовать МК с 64 или 100 выводами. Такие МК значительно дороже широко распространённых и относительно недорогих с 28 или 32 выводами.

Поэтому пришлось оптимизировать. Кнопки можно подключить к входу АЦП, для чего потребуются три резистора и один конденсатор, зато экономится два вывода. Четыре вывода, которые переключают разряды цифрового индикатора при динамической развёртке, параллельно будут переключать четыре светодиодных кольца матрицы. В результате — ещё минус четыре вывода. Элементами цифрового индикатора будем управлять с помощью регистра. Для самого распространённого регистра 74НС595 нужно три вывода, поэтому используем КМ555ИР8. У него достаточная нагрузочная способность и всего два вывода для управления. Для семи

будет не 48, а 96. Это достигается установкой параллельно светодиоду ещё одного, но включённого встречно. По существу, это одна из разновидностей чарлиплексинга (Charlieplexing) [2]. Чарли Аллен (Charlie Allen) предложил технологию, работая в компании Maxim. С тех пор Maxim выпускает микросхемы, реализующие этот алгоритм. Такую матрицу можно обслуживать только МК, у которого есть высокоимпедансное состояние выводов (Z). Оно используется для выключения ненужных светодиодов в матрице. Включаются светодиоды подачей на соответствующие выводы матрицы сигналов высокого и низкого уровня. При таком включении необходимо обратить особое внимание на исправность светодиодов. Обрыв или короткое замыкание будет оказывать влияние на всю матрицу. При этом найти проблемный светодиод бывает непросто. Необходимо изучать схему подключения и анализировать поведение всего дисплея при включении/выключении отдельно взятого светодиода.

Посчитаем заново число необходимых выводов МК. Для цифрового индикатора нужно шесть выводов, для кнопок — один, для управления реле — один, для часов реального времени — два, для светодиодов матрицы — 12. Получается 22 вывода. Такое число есть у МК серий ATmega8, ATmega88, ATmega168, ATmega328. Можно использовать любой из них. В предлагаемой программе будет достаточно изменить тип МК и перекомпилировать её.

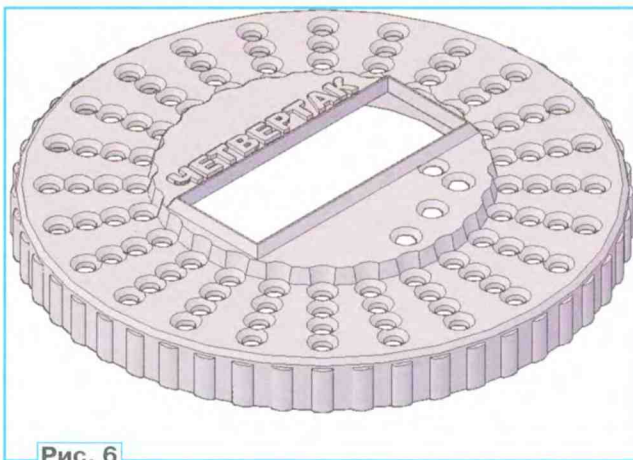


Рис. 6

элементов и двоеочия нужно будет всего два вывода на регистр. Здесь получается экономия в шесть выводов. У нас остаются неподключёнными ещё 24 вывода светодиоидной матрицы. Конечно, можно использовать ещё три регистра. Но у нас есть 12 свободных выводов МК, и к ним подключим оставшиеся светодиоды. Подключение будет необычное. Матрица будет иметь размерность 12×4, но светодиодов

В итоге основой для таймера, схема которого показана на рис. 4, стал широко распространённый МК ATmega8-16PU. Он работает от внутреннего RC-генератора, настроенного на частоту 8 МГц. В качестве часов реального времени выбрана микросхема DS1307. Если у вас есть более точная микросхема DS3231, можно смело применять её без корректировки прошивки, но с изменением топологии печатной платы. Четырёхрядный индикатор HG1 (CL5642BH-33) с общим анодом отображает текущее время. Микросхему КМ555ИР8 можно заменить микросхемой 74НС164. Все светодиоды — в трёхмиллиметровом корпусе, при этом светодиод HL97,



индицирующий включение реле, — красного свечения, а остальные — жёлтого. При приобретении большого числа светодиодов следует рассчитывать на запас 10...20 %. Вполне вероятно, что попадётся бракованный

экземпляр или несколько штук выйдут из строя при монтаже. Все светодиоды боятся перегрева, а сверхъяркие ещё и статического электричества. На практике наиболее капризными оказались светодиоды белого и голубого

свечений. Поэтому выводы светодиодов должны быть хорошо очищены от окислов с помощью школьного ластика, обильно смочены нейтральным флюсом, и паять их надо не более 2...3 с. Укорачивать выводы нужно только после монтажа, при пайке они будут служить теплоотводом, предохраняя сам кристалл и нежное внутреннее подключение к нему. Применено малогабаритное реле в пластмассовом корпусе неизвестного производителя и типа с обмоткой на напряжение 5 В, с одной группой контактов, рассчитанной на 10 А. Элемент резервного питания часов реального времени — литиевый типоразмера CR2032 с держателем.

В качестве основы для корпуса таймера используется сетевой тройник (рис. 5). Он немного доработан — был распилен один из металлических соединителей, идущих к гнезду для подключения нагрузки. К сторонам разреза припаяны изолированные провода достаточного сечения (минимум 1,5 мм<sup>2</sup>), идущие к контактам реле, и всё залито эпоксидным клеем. С боков тройника приклеены отсеки из ПВХ. В одном из них расположены реле и контейнер с гальваническим элементом, а в другом — плавкая вставка и модуль питания А1, в качестве которого использована плата без корпуса от зарядного устройства (5 В) мобильного телефона. Сверху тройника термоклеем приклеен пластиковый круг, на который ложится плата таймера. Декоративная накладка — лицевая панель (рис. 6), напечатана на 3D-принтере. Она плотно входит в пластиковый круг и за счёт этого держится надёжно.

Печатная плата — односторонняя из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм с перемычками. Её чертёж и размещение на ней элементов показаны на рис. 7 и рис. 8. Со стороны печатных проводников установлены резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмеров 0805 и диод SN4007. Выводной резистор (МЛТ, С2-23) установлен с другой стороны. Кнопки — тактовые, без фиксации, длина пластмассового толкателя — 3 мм. Смонтированная плата таймера показана на рис. 9.

Настройка часов и установка таймера. Таймер имеет четыре режима:

1. Таймер в работе, при этом мигают двоеточия индикатора. Это основной режим. На индикатор выводится текущее время — часы и минуты. В этом режиме таймер включится сразу после подачи питания.
2. Настройка уставок — мигает один из 96 светодиодов текущей уставки.
3. Настройка часов — мигают цифры часов.
4. Настройка минут — мигают цифры минут.

Если при включении таймера удерживать нажатой кнопку SB2, произойдёт сброс всех уставок, поэтому все светодиоды будут выключены. Кратковременное нажатие на кнопку SB3 в основном режиме работы переводит таймер в режим настройки часов. Кратковременное нажатие на кнопку SB1 в основном режиме работы

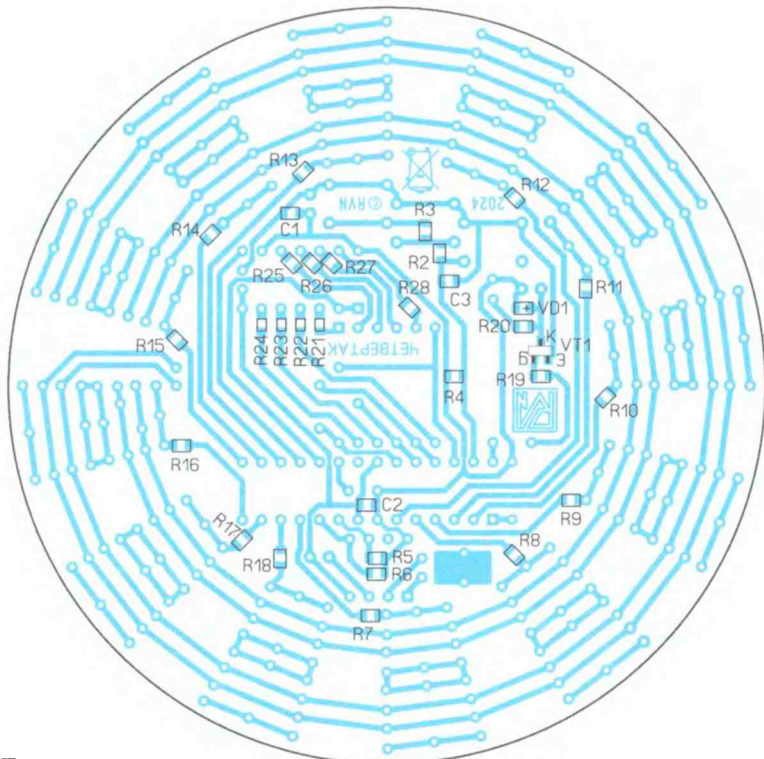
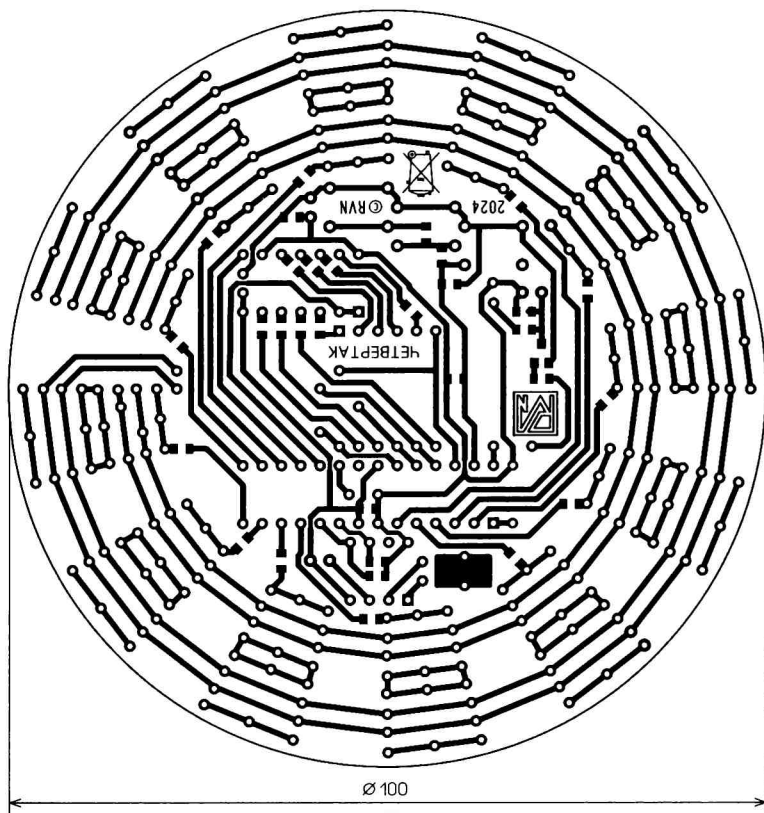


Рис. 7



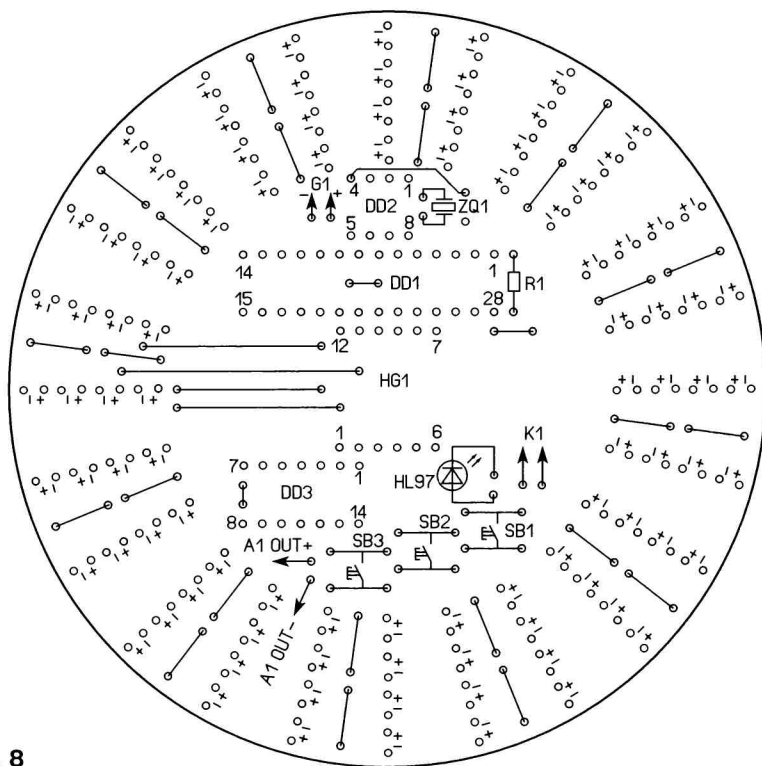


Рис. 8

переводит таймер в режим настройки минут. С помощью этих же кнопок увеличивают или уменьшают текущие значения времени. Нажатие на кнопку SB2 возвращает таймер в основной рабочий режим. Если в основном режиме работы нажать на кнопку SB2, таймер перейдёт в режим настройки периодов его срабатывания (уставок-четвертей). При включении таймера в сеть происходит считывание настроек четвертей, и они отображаются на светодиодном табло.

Конструктивно светодиоды четвертей таймера расположены в виде 24 лучей вокруг цифрового индикатора и кнопок управления. Каждому лучу соответствует свой час суток. Луч, уходящий от цифрового индикатора вертикально вверх, начинает сутки с нуля часов. За ним по часовой стрелке идут лучи, соответствующие времени от 1 до 23. Как в стрелочных часах, но только не на 12, а на 24 ч. Каждый луч состоит из четырёх светодиодов. Один светодиод представляет 15-минутный промежуток — четверть часа. Светодиод, расположенный на внешнем кольце (самого большого диаметра), соответствует периоду часа от 0 до 15 мин. Следующий за ним — от 15 до 30 мин. Третий светодиод — от 30 до 45 мин. Последний светодиод (внутреннего кольца) — от 45 мин и до 0 мин следующего часа.

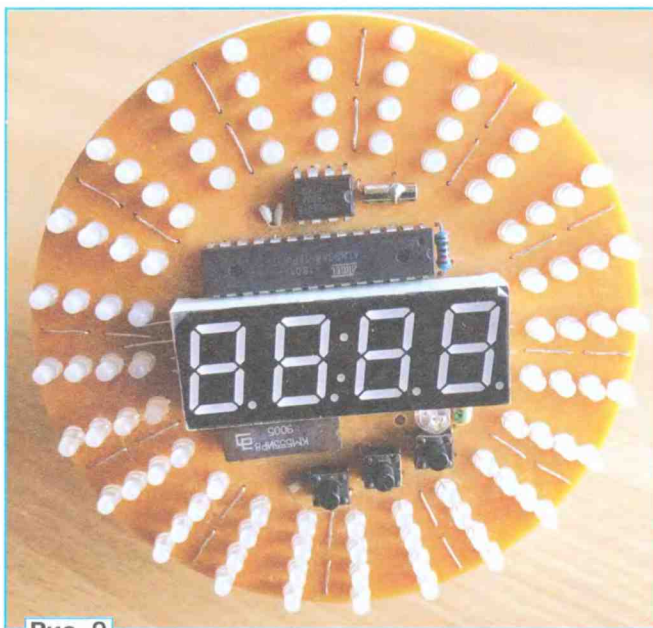


Рис. 9

При первом включении таймера нужно установить текущее время. Затем запрограммировать необходимые временные периоды-уставки. Переход из основного режима в режим настроек уставок происходит при нажатии на кнопку SB2. Кнопками SB1 и SB3 переходим к предыдущей или следующей четверти. А кнопкой SB2 переключаем значение текущего светодиода. Настраиваемый период определяется мигающим светодиодом. Если большая скважность миганий —

уставка включена, маленькая скважность — уставка выключена. Выход из этого режима происходит автоматически через 10 с после последнего нажатия на кнопку. При этом обновляется информация о настройках всех уставок-четвертей в энергонезависимой памяти МК.

При наступлении новой секунды таймер проверяет текущее время и соответствующую этому времени уставку. Если есть совпадение, открывается транзисторный ключ и включается реле нагрузки. Если совпадения нет, реле выключено.

Программа написана на языке BASCOM AVR. Вначале указывают тип МК и тактовую частоту, на которой он работает (\$regfile = "m8def.dat", \$crystal = 8000000). Далее поочерёдно выполняются настройка портов, АЦП для кнопок и часов реального времени (Config Timer0). В его прерывании выполняется код динамической индикации матрицы светодиодов и цифрового индикатора (Pulse). В модуле динамической индикации при каждом его вызове наращивается переменная Такт. За двенадцать тактов на светодиоды и индикатор будет выведена вся графическая информация. Четыре такта обслуживают цифровой индикатор, в течение которых выводятся значения десятков и единиц часов и минут. Восемь оставшихся тактов обслуживают четыре строки из светодиодов, расположенных на плате в виде кольца. Первая половина тактов нужна для включения светодиодов с общим анодом, а вторая половина — для подключения с общим катодом. Из-за большой скорости выполнения кода динамической индикации и инерционности человеческого зрения процесс переключения светодиодов не заметен. Инициализируются переменные (Dim), и перед главным циклом (Do — loop) проверяется нажатие на кнопку SB2 для сброса всех уставок.

В главном цикле выполняются несколько важных операций:

- мигание текущим светодиодом четверти, если таймер находится в режиме настройки (If Regim = 1 Then);
- опрос микросхемы часов реального времени (Gosub Gettime);
- определение новой секунды (If Seco <> Prev\_sec0 Then).

Если наступила новая секунда, выполняются операции:

- определение новой минуты (If Seco = 0 Then);
- проверка совпадения текущего времени и уставок таймера (Gosub Proverka) для управления реле;
- изменение флага мигания двоеточия часов (Toggle\_F\_1hz);
- если прошло 10 с в режиме на-



стройки таймера и не было нажатий на кнопки, происходят возвращение в основной режим и запись уставок в энергонезависимую память.

МК постоянно измеряет напряжение на кнопках ( $Tmp\_w = Getadc(4)$ ). Если измеренное значение менее 1024, значит, нажата одна из кнопок. После небольшой паузы для устранения дребезга контактов измерение производится вновь ( $If\ Temp\_w < 1020\ Then\ Waitms\ 30$ ). На основании полученного результата МК определяет, какая из кнопок нажата. Кнопки выполняют несколько функций, в зависимости от режима таймера. Об этом говорится в описании настройки часов и установке таймера.

Помимо динамической индикации, в программе присутствуют ещё несколько функций и вспомогательных таблиц. Их назначение вполне понятно из краткого описания:

- чтение уставок из энергонезависимой памяти при старте ( $R\_eeprom$ );
- загрузка параллельного регистра последовательными данными ( $Ir\_8$ );
- проверка совпадения текущего времени и уставок таймера ( $Proverka$ );
- инверсия статуса светодиода четверти ( $Chetvert\_on\_off$ );
- следующий светодиод четверти ( $Chetvert\_plus$ );
- предыдущий светодиод четверти ( $Chetvert\_minus$ );
- считывание текущего времени с часов ( $Gettime$ );
- запись установленного времени в часы ( $Settime$ );
- инкремент часов ( $Hour\_plus$ );
- декремент часов ( $Hour\_minus$ );
- инкремент минут ( $Min\_plus$ );
- декремент минут ( $Min\_minus$ );
- таблица с цифрами индикатора ( $Shrift$ );
- таблица с путём обхода уставок таймера при настройке ( $Puth$ ).

Исходный код достаточно полно прокомментирован и не должен вызывать вопросов. Стоит только добавить несколько слов о закоментированном участке после фразы "Настройка кнопок". Может получиться так, что из-за разброса сопротивлений делителя ключевой клавиатуры будет происходить их нечёткое срабатывание. Тогда нужно снять комментарии, заново перекомпилировать и запрограммировать МК. После этой операции на цифровом индикаторе вместо времени будет выводиться значение АЦП нажатой кнопки. Надо вписать полученные значения и закоментировать код настройки. Такой трюк оправдан, если нет связи МК с терминальной программой из-за отсутствия свободных выводов.

Память МК используется на 90 %. Если задействовать контроллер с большим объёмом памяти (АТmega168, АТmega328), можно дописать программу, которая будет иметь разные варианты настройки для каждого дня недели.

#### ЛИТЕРАТУРА

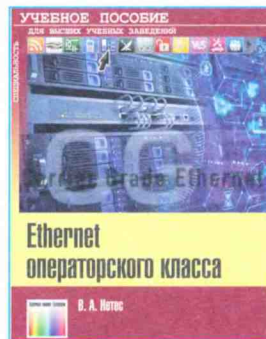
1. Толковый словарь живого великорусского языка В. И. Даля. Четвертак. — URL: <https://azbyka.ru/otechnik/Spravochniki/tolkoviy-slovar-zhivogo-velikorusskogo-jazyka-v-i-dalja-bukva-ch/254> (27.06.24).
2. Charlieplexing. — URL: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Charlieplexing&oldid=1222916613> (27.06.24).

*От редакции. Файлы для программирования микроконтроллера, для 3D-принтера и чертежи печатной платы в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/timer.zip> на нашем FTP-сервере.*

Вышла в свет новая книга

Нетес В. А.

Ethernet операторского класса. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 128 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1023-2



Описаны основные принципы и особенности технологии Ethernet с точки зрения её использования в сетях связи общего пользования, эволюция и стандартизация этой технологии. Применительно к этой области применения Ethernet, получившей название Carrier Ethernet (Ethernet операторского класса), рассмотрены также вопросы обеспечения качества обслуживания и отказоустойчивости, управления сетью и услугами, сетевой синхронизации.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров 11.03.02 и 11.04.02 — "Инфокоммуникационные технологии и системы связи". Будет полезно студентам и аспирантам, обучающимся по смежным направлениям, и специалистам предприятий связи.

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

## Бесконтактный прерыватель нагрузки

В. КАПЛУН, с. Можняковка, ЛНР

Устройство предназначено для включения и выключения с частотой примерно 1 Гц нагрузки с током потребления до 30 А при напряжении питания 12...30 В. В качестве коммутатора нагрузки использован мощный N-канальный МДП-транзистор. Это устройство можно использовать в реле указателя поворота различных транспортных средств или мигалки для декоративного освещения с лампами накаливания или светодиодами.

Схема устройства показана на рис. 1. Функционально устройство содержит генератор импульсов, ключ на транзисторе и узел контроля состояния нагрузки. Управление ключевым МДП-транзистором VT3 осуществляется генератором импульсов на симметричном мультивибраторе, собранном на транзисторах VT1 и VT2 с частотозадающими элементами R2, R3, C2, C3. Импульсы с выхода генератора (коллектор транзистора VT2) поступают на

затвор транзистора VT3, и когда он закрыт, через резистор R5, диод VD1 и нагрузку заряжается конденсатор C1 "плавающего" источника питания устройства. Применение такого способа питания позволило эффективно управлять ключевым транзистором и отказать от отдельного минусового провода источника питания, что делает устройство полностью совместимым с термоэлектромеханическими двухполюсными прерывателями, но при этом оно не имеет недостатка последних, поскольку частота его переключения не зависит от сопротивления нагрузки.

Узел контроля нагрузки обеспечивает управление контрольной лампой, которая подключается к коллектору транзистора VT6 ("Контроль"), а также защиту ключевого транзистора при кратковременном коротком замыкании нагрузки. Во время открытого состояния ключевого транзистора VT3 поступающее через резистор R6 на цепь



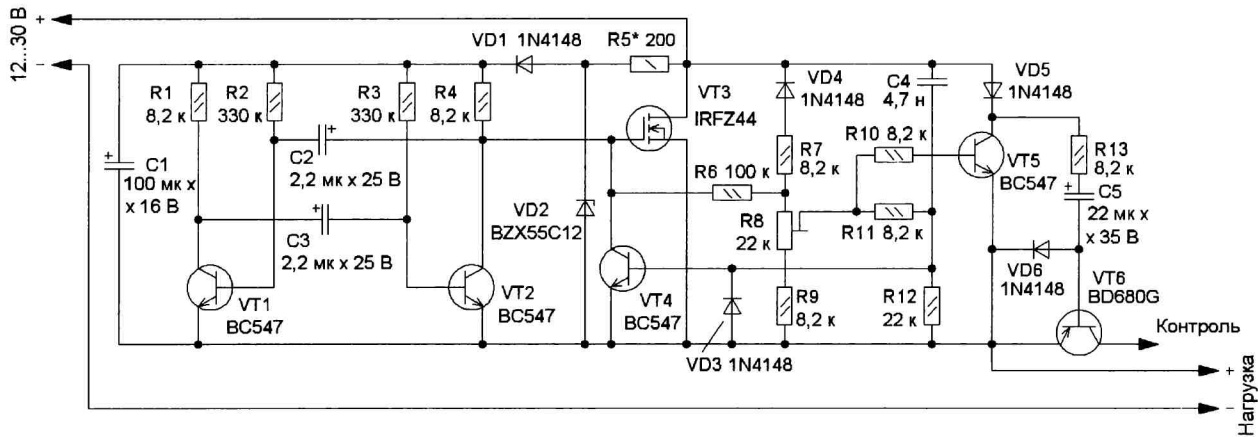


Рис. 1

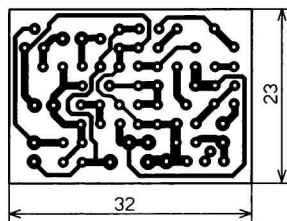


Рис. 2

R7VD4 напряжение формирует на этой цепи положительное относительно плюса источника питания напряжение примерно 1,5 В. С делителя на подстроечном резисторе R8 и резисторе R9 регулируемое напряжение поступает на базы транзисторов VT4 и VT5. Если из-за падения напряжения на сопротивлении канала открытого транзистора напряжение между базой и эмиттером транзистора VT5 становится достаточным для его открытия, ток разрядки конденсатора C5 через резистор R13 открывает транзистор VT6, подающий напряжение на контрольную лампу. Включение этой лампы сигнализирует о том, что сопротивление нагрузки не увеличилось выше номинального, например, вследствие выхода из строя одной или нескольких ламп указателей поворотов. Если сопротивление нагрузки недопустимо уменьшится, например, вследствие короткого замыкания, возросшее падение напряжения на ключевом транзисторе откроет и транзистор VT4, изначальное напряжение смещения на базе которого уменьшено делителем R11R12. Открытый транзистор VT4 шунтирует затвор транзистора VT3, закрывая его, и досрочно переводит мультивибратор в состояние с низким напряжением на выходе. Цепь VD3C4 создаёт условия для форсированного открытия или закрытия транзистора VT4. Во время закрытого состояния ключа через цепь VD5R13VD6 происходит зарядка конденсатора C5, напряжение с которого используется для управления транзистором VT6. Стаби-

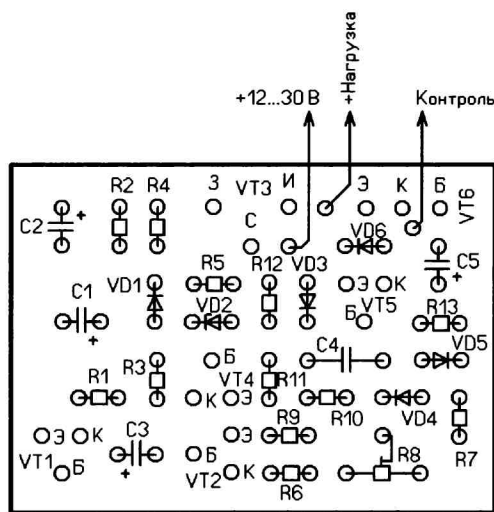


Рис. 3

литрон VD2 устанавливают, если напряжение питания нагрузки будет более 14 В. Резистор R5 подбирают для обеспечения тока через стабилитрон в интервале 5...10 мА.

При налаживании движок подстроечного резистора R8 устанавливают в нижнее по схеме положение, подключают нагрузку номинальной мощности между выходом устройства и минусом источника питания и убеждаются, что она коммутируется с требуемой частотой и скважностью. При необходимости подбирают резисторы R2 и R3 для получения необходимой частоты импульсов. Подключают контрольную лампу между выходом "Контроль" и минусом источника питания. Подстроечным резистором R8 добиваются устойчивого зажигания контрольной лампы синхронно с нагрузкой. При управлении светодиодной нагрузкой с включёнными последовательно несколькими светодиодами, например светодиодной лентой, её необходимо зашунтировать резистором сопротивлением 470 Ом мощностью 0,25—0,5 Вт для обеспечения полной зарядки

конденсатора C1 плавающего источника питания устройства.

Для устройства разработана односторонняя печатная плата, чертёж которой показан на рис. 2. Она изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Схема размещения элементов на ней показана на рис. 3. Все постоянные резисторы и диоды установлены перпендикулярно плате, что сделано для минимизации её размеров. Это позволяет разместить плату в корпусе с контактами вышедшего из строя штатного реле указателя поворотов практически любого существующего размера. Если узла контроля нагрузки не требуется, устройство быстрее и проще собрать методом объёмного монтажа без использования печатной платы и, поместив в корпус подходящего размера, заполнить его безвкусным автомобильным герметиком (например, "Гермесил" производства г. Казань).

Применены постоянные резисторы МЛТ, C2-23, подстроечный — СП3-19, Конденсатор C4 — К10-17, остальные — К50-35 или импортные. Транзисторы BC547 можно заменить маломощными кремниевыми транзисторами серии КТ3102 или аналогичными. Транзистор BD680G (VT6) можно заменить составным транзистором средней мощности общего применения структуры р-п-р с максимальным током коллектора не менее 1 А, например серии КТ973. Диоды 1N4148 можно заменить практически любыми подходящими по размеру кремниевыми маломощными импульсными или выпрямительными диодами. Стабилитрон VD2 — любой маломощный с напряжением стабилизации 11...13 В.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/pre.zip> на нашем FTP-сервере.



## Редакция "Радио" в ОК "Юго-Запад"

В соответствии с программой сетевого взаимодействия сотрудники редакции журнала "Радио" в конце мая провели встречу со студентами и преподавателями Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения г. Москвы "Образовательный комплекс "Юго-Запад" (ОК "Юго-Запад") (фото 1). Встреча была приурочена к столетию журнала и собрала студентов отделения "Академическое". Встречу организовала кафедра радиоэлектроники совместно с Информационно-библиотечным центром для знакомства ребят с научно-техническим изданием, обмена опытом, расширения кругозора студентов (фото 2). Примечательно, что на встрече присутствовала старший редактор журнала "Радио" канд. техн. наук Нечаева Н. В., которая много лет про-



Фото 2

Фото 1







Фото 3

работала в ОК "Юго-Запад" преподавателем специальных дисциплин (фото 3).

На встрече студенты узнали об истории журнала, о том, почему публиковать свои разработки полезно и необходимо, а также ознакомились с архивными выпусками журнала, в том числе и с теми, где были опубликованы работы студентов ОК предыдущих лет (фото 4, фото 5).

В ходе встречи были проведены конкурсы на знание условных графических обозначений радиоэлементов и квест "Отгадай радиодеталь", где из набора деталей надо было определить тип и функциональное назначение радиоэлементов.

В заключение перед обучающимися выступил студент ОК "Юго-Запад" Михаил Костюк. Он представил доклад о своей разработке — стереофоническом ламповом УМЗЧ с акустическими системами. Студенты и сотрудники ОК "Юго-Запад" тепло поблагодарили за участие в проведённой встрече сотрудников журнала "Радио". Надеемся на продолжение плодотворного сотрудничества на регулярной основе.



Фото 4



Фото 5

От редакции. В статье были использованы материалы с сайта ОК "Юго-Запад" <<https://spo39.mskobr.ru/>>.

Статья о стереофоническом ламповом УМЗЧ напечатана в этом журнале на с. 52.

## Стереофонический ламповый УМЗЧ с АС

М. КОСТЮК, г. Москва

**Стереофонический ламповый УМЗЧ с АС, описание которого приводится далее, разработан учащимся Образовательного комплекса "Юго-Запад" М. А. Костюком под руководством преподавателя спецдисциплин канд. филос. наук В. Ф. Овсянникова.**

**УМЗЧ** предназначен для высококачественного воспроизведения музыкальных произведений. Он рассчитан для совместной работы с ПК со звуковой картой, балансировка каналов и микширование сигналов осуществляются с помощью

эквалайзера, стандартно входящего в состав ПО ПК для работы со звуковыми сигналами. УМЗЧ работает с самодельными трёхполосными АС.

Схема одного канала УМЗЧ показана на рис. 1. При разработке конструкции были использованы стан-

дартные и доступные элементы, в частности, широко распространённые трансформаторы заводского изготовления. УМЗЧ вполне может быть повторён радиолюбителями средней квалификации.

За основу была взята схема УМЗЧ [1], которая была доработана и дополнена с целью повышения чувствительности. Предварительный каскад собран на лампе VL1.1, на лампе VL2 собран второй каскад с фазоинвертором, а на лампах VL3 и VL4 — выходной двухтактный каскад. Выходной каскад, показанный на рис. 1, рассчитан на сопротивление АС 8 Ом. В качестве выходных трансформаторов использованы серийные трансформаторы [2]. Блок питания, схема которого показана на рис. 2, был использован один на два канала. Применены трансформаторы ТАН 44-127/220-50.



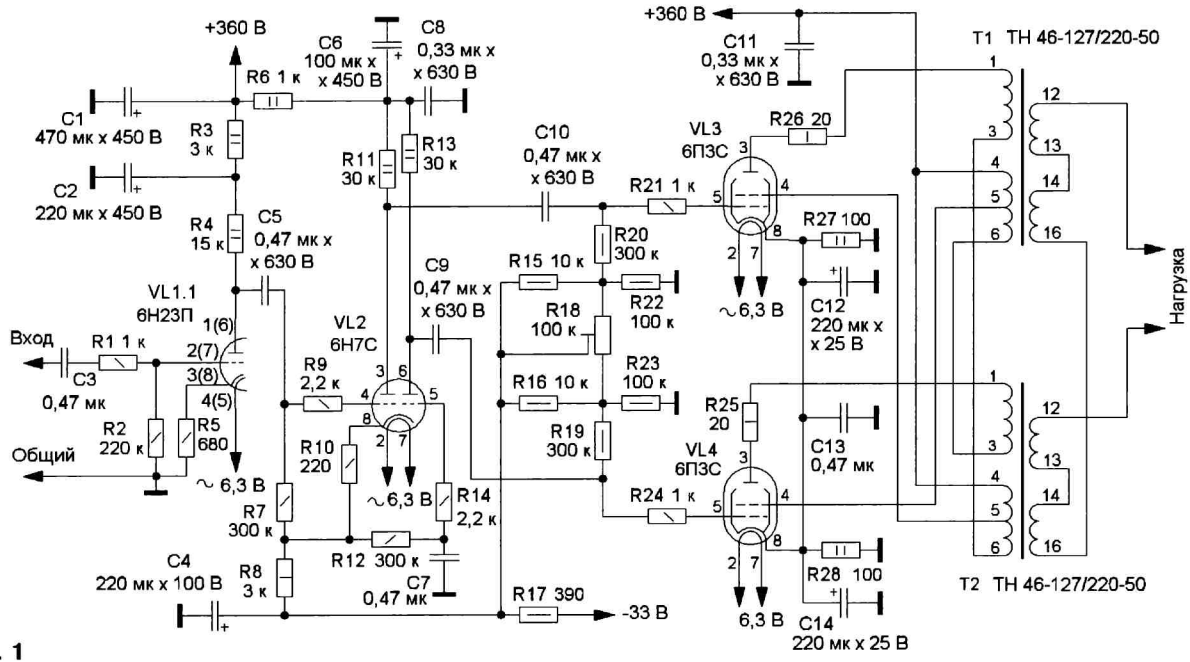


Рис. 1

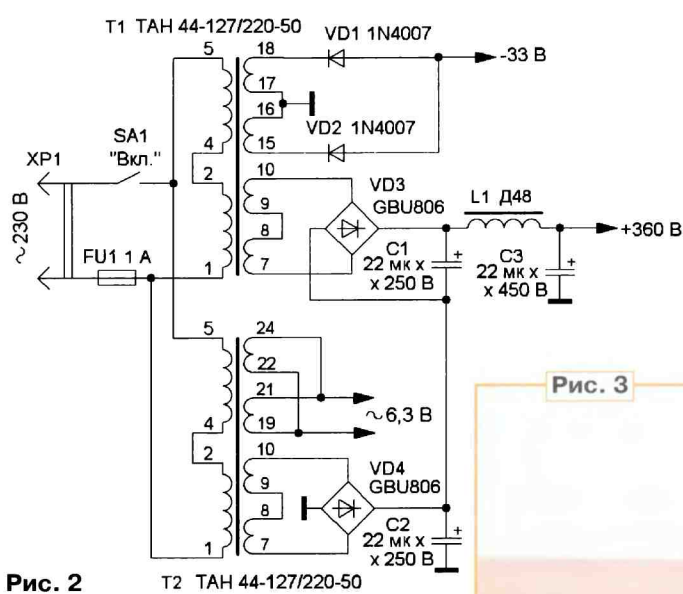


Рис. 2

экран (рис. 3). Для монтажа использованы монтажные планки, стойки и выводы некоторых элементов (рис. 4). Все детали, за исключением радиоламп, дросселей и оксидных конденсаторов блока питания, смонтированы в подвале шасси усилителя.

В УЗЧ применены резисторы МЛТ и ВС, оксидные конденсаторы К50-35 или импортные аналоги, остальные конденсаторы — К73-17, К50-31. Для более качественной работы УЗЧ лампы в выходном каскаде 6П3С необходимо подобрать по вольт-амперным характе-

**Основные технические характеристики**

- Максимальная выходная мощность одного канала, Вт ..... 20
- Диапазон частот, Гц ..... 30...22000
- Габаритные размеры УМЗЧ, мм ..... 255×295×132
- Напряжение питания, В ..... 230
- Габаритные размеры АС, мм ..... 250×320×1200

Все элементы устройства смонтированы на металлическом шасси, между блоком питания и усилительными каскадами установлен металлический



Рис. 3



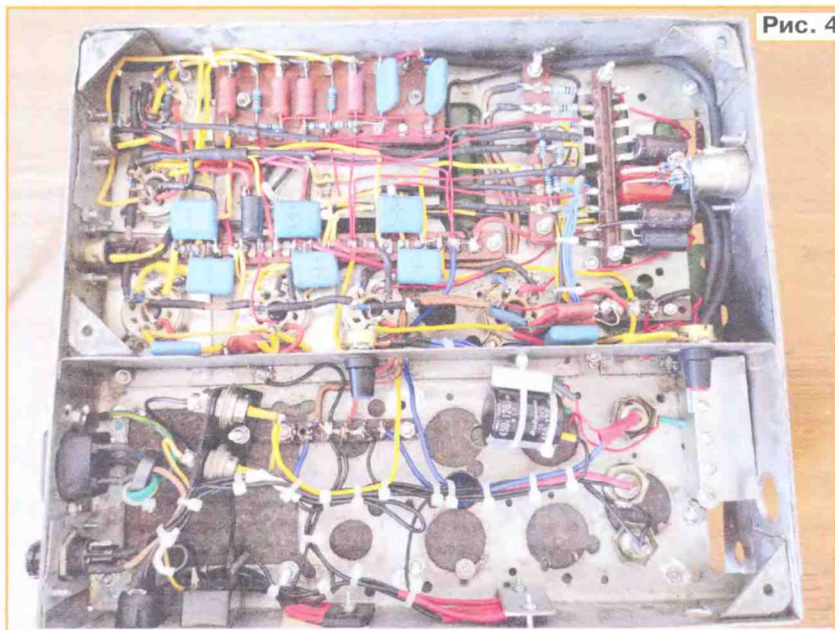


Рис. 4



Рис. 6

ристикам с наиболее близкими значениями. Можно пользоваться устройством для снятия характеристик радиоламп.

звучания использованы три динамические головки с фильтрами ВЧ и НЧ. Лицевая панель сделана из брусков древесины ели, высушенных и скле-

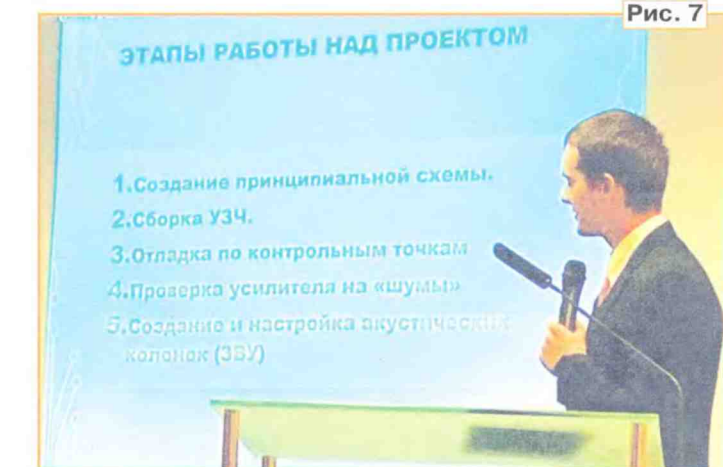


Рис. 7

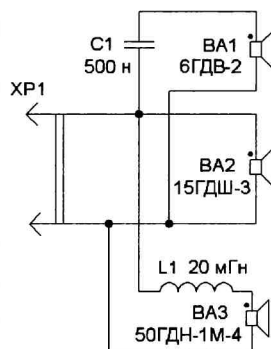


Рис. 5

Схема АС показана на рис. 5. Она выполнена по технологии открытого ящика. Для улучшения

енных между собой. Остальные части корпуса колонок изготовлены из ДСП (рис. 6).

Доклад о разработанном УМЗЧ был сделан на молодежной секции 28-го Международного форума МАС 2024 "Цифровая трансформация. Связь будущего" (рис. 7), работа которого проходила 26 апреля 2024 г. в ЦВК "Экспоцентра". Тема вызвала живой интерес присутствующих. Ответы на вопросы пришлось давать вместе с руководителем. За доклад студент М. А. Костюк был отмечен благодарностью организаторов (рис. 8).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров С. Ламповые УМЗЧ с трансформаторами ТАН. — Радио, 2005, № 5, с. 16—20.
2. Трансформатор ТН-46-127/220-50. — URL: <https://www.radiolibrary.ru/reference/transformers-tn/tn46.html> (08.06.24).



Рис. 8



# Ремонт и модернизация светодиодного фонаря

И. АНДРИАНОВ, г. Измаил Одесской обл.

Более десяти лет назад был приобретён светодиодный фонарь, работающий от батареи из трёх гальванических элементов или аккумуляторов типоразмера ААА. Его "слабым звеном" оказалась кассета для элементов, изготовленная из тонкой пластмассы, которая через несколько лет службы сломалась (фото 1). В результате фонарик был отложен в ящик с различным "электрическим хламом". Недавно, копаясь там, я наткнулся на него и решил восстановить. Попытки



Фото 1

склеить или "сварить" паяльником кассету для элементов ни к чему не привели. В итоге я решил заменить три элемента питания одним Li-Ion аккумулятором, напряжение которого примерно равно напряжению трёх Ni-Cd аккумуляторов.

На рынке был приобретён аккумулятор типоразмера 14500 ёмкостью 650 мА·ч. Там же, воспользовавшись информацией об использовании модуля HW-107 для зарядки Li-Ion аккумуляторов, содержащейся в ряде статей, опубликованных в "Радио" в текущем году [1, 2], я приобрёл и этот модуль.

Теперь предстояло "вписать" новый аккумулятор с внешним диаметром 14 мм в батарейный отсек фонаря с внутренним диаметром 22 мм. Проблема решилась очень просто — в запасах домашнего хозяйства была найдена пла-



Фото 2

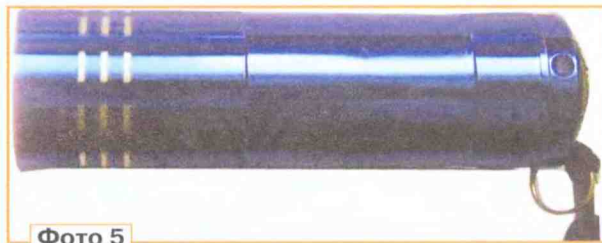


Фото 5

стиксовая (вероятно, ПВХ) трубка чёрного цвета внешним диаметром 20 мм и внутренним диаметром 15 мм. От неё был отрезан фрагмент длиной с поломанную кассету для элементов. Он оказался чуть больше нового аккумулятора. Поэтому была использована металлическая шайба диаметром около 15 мм и толщиной 1,5 мм, которая установлена со стороны минусового контакта аккумулятора. Так была составлена новая "кассета для аккумулятора" (фото 2 и фото 3).

Модуль HW-107 был подключён к зарядному устройству с разъёмом micro-USB от старого мобильного телефона. Аккумулятор вставлен в одно из гнезд кассеты для трёх элементов размером АА и подключён к модулю HW-107 (фото 4). Через пару часов красный светодиод на плате погас и загорелся синий — зарядка аккумулятора завершилась. Он был установлен в фонарь, который, после нажатия на кнопку включения, благополучно заработал (фото 5).

Возможно, что предложенный способ ремонта с модернизацией и выглядит весьма примитивным, но он поможет "оживить" многие, казалось бы бросовые фонари, которые ещё не один год послужат своим владельцам. Замечу, что вся модернизация обошлась дешевле, чем приобретение нового фонаря.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Красносельский Д.** Устройство для проверки светодиодов, светодиодных матриц и стабилитронов. — Радио, 2024, № 5, с. 31—33.
2. **Бирюков С.** Вольтметр из миллиметра. — Радио, 2024, № 5, с. 37—39.

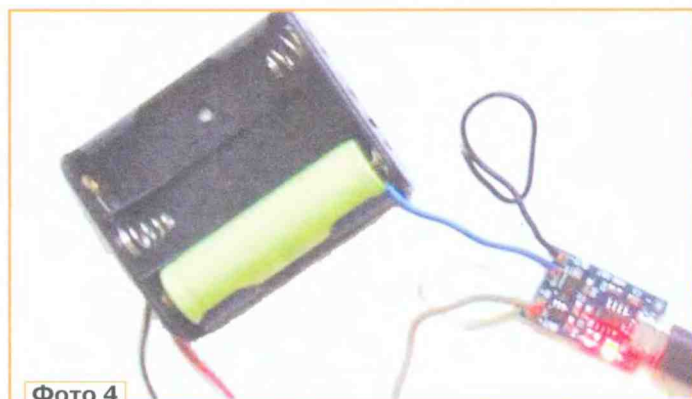


Фото 4



# Из беспроводных головных телефонов — в мультиметр

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время беспроводные головные телефоны распространены очень широко. Их предложение на рынке также велико, от дорогих элитных до недорогих бюджетных. Судя по отзывам в Интернете, надёжность и качество бюджетных беспроводных телефонов, как и следовало ожидать, оставляют желать лучшего. Поэтому срок их службы невелик, и они часто выходят из строя. Но для радиолюбителя такая аппаратура не является потерянной навсегда, и её узлы и элементы могут быть с пользой применены в других устройствах.

Как использовать узлы частично неисправных беспроводных головных телефонов в других устройствах, рассказано в этой статье. Донорами стали

звать их в других устройствах. Точных данных о ёмкости применённых аккумуляторов нет. В некоторых источниках указана ёмкость аккумулятора кейса — 310 мА·ч, а ёмкость аккумулятора головного телефона — 43 мА·ч.

Исправный кейс можно использовать как Powerbank, об этом напрямую сказано в описании. Ёмкость применённого Li-Ion аккумулятора была измерена с помощью USB-тестера и электронной нагрузки [1]. Как и ожидалось, она оказалась небольшой, около 250 мА·ч (и это для типоразмера 18650!). Однако в критической ситуации и он может выручить. Поэтому одно из возможных применений кейса — использование его для изготовления более ёмкого Powerbank. Для этого надо применить

Поскольку в каждом головном телефоне (рис. 2) имеются Li-Ion аккумулятор, драйвер и светодиодный индикатор его зарядки, их можно с успехом применить, если конечно, они исправны. Поэтому надо убедиться в том, что они работоспособны. Если кейс оказался неработоспособным, исправность головных телефонов в части зарядки аккумулятора можно проверить, подавая на его контакты напряжение 5 В. Чтобы не ошибиться с полярностью, телефон лучше разобрать. Его основные узлы показаны на рис. 3. Магнит служит для фиксации головного телефона в кейсе. На плате размещена всего одна микросхема, которая выполняет все функции, включая и зарядку аккумулятора. К микросхеме подключе-



Рис. 1

телефоны с названием NEWEST M10 TWS BT V5.3, показанные на рис. 1 (из-за динамической индикации светят не все элементы индикатора). Они содержат док-станцию (или так называемый кейс), в которой хранятся головные телефоны и осуществляется зарядка их аккумуляторов. В кейсе имеются Li-Ion аккумулятор типоразмера 18650 неизвестной ёмкости и драйвер для его зарядки и ограничения разрядки, а также индикаторы зарядки, как у этого аккумулятора, так и аккумуляторов телефонов. Именно эти узлы, если, конечно, они исправны и можно исполь-

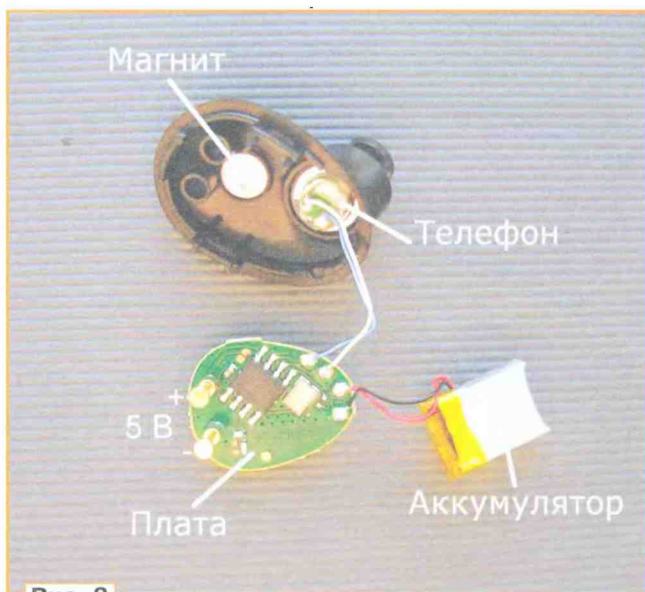


Рис. 3

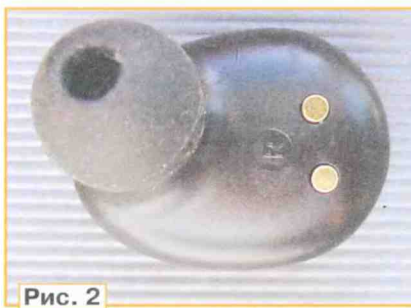


Рис. 2

кондиционный аккумулятор того же типоразмера, но с большей ёмкостью.

ны головные телефоны, аккумулятор, контакты для подачи напряжения 5 В, а на обратной стороне платы — микрофон, индикаторные светодиоды и контакт сенсорного датчика управления. Надо проверить напряжение аккумулятора, и если оно в пределах нормы (3...4,2 В), к контактам можно подключить источник напряжением 5 В. Если пойдёт зарядка аккумулятора, светодиод красного свечения будет светить, а по окончании зарядки он погаснет. Для этой платы ток зарядки — 40 мА.

Аналогично желательно проверить и второй головной телефон, но если он неисправен, от него может потребо-



ваться только аккумулятор. Таким образом, имея одну плату и два аккумулятора, можно их использовать для питания какого-либо прибора. Поскольку ёмкость аккумуляторов невелика, целесообразно их применить для питания маломощных устройств. Такowymi, например, являются мультиметры серий M-83х, DT-83х. Они питаются от батареи напряжением 9 В типоразмера 6F22, поэтому их можно запитать от двух Li-Ion аккумуляторов, включённых последовательно. При этом максимальное напряжение будет 8,4 В. При снижении напряжения до 7 В на табло мультиметра появляется значок раз-

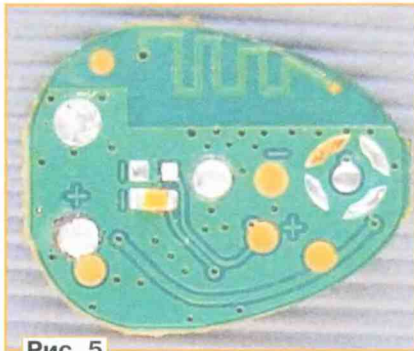


Рис. 5

рядки батареи, свидетельствующий о необходимости замены батареи или её зарядке, если она аккумуляторная. При этом Li-Ion аккумуляторы не разрядятся до недопустимого напряжения.

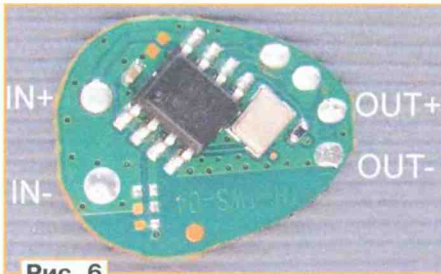


Рис. 6

Используя указанные узлы, можно сделать аналог батареи 6F22. Для зарядки аккумуляторов можно использовать одну плату, включив аккумуляторы параллельно, а для питания мультиметра включить их последовательно. Таким образом, для изготовления аналога потребуются плата от головного телефона, два аккумулятора, переключатель и гнездо для подачи напряжения 5 В. Кроме того, если применить переключатель на два направления и три положения, с его помощью можно также выключать питание мультиметра. Всем известно слабое место упомянутых выше мультиметров — малый ресурс выключателя/переключателя режимов работы. Поэтому отдельный выключатель питания будет нелишним.

Так получается схема аналога батареи 6F22, которая показана на рис. 4. В положении переключателя "Зарядка" аккумуляторы включены параллельно к

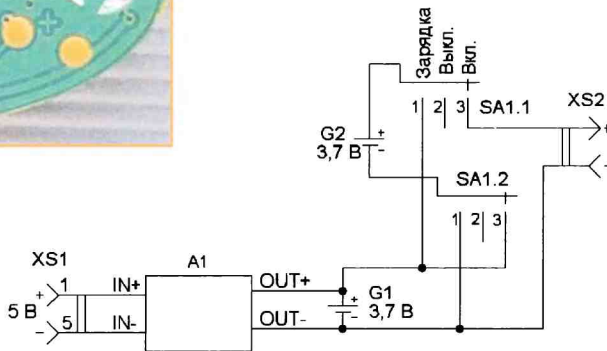


Рис. 4

выходам платы OUT+ и OUT- (наименования условные), при этом напряжение питания на мультиметр не подаётся. В положении "Выкл." питание на мультиметр также не поступает. В положении "Вкл." аккумуляторы включаются последовательно и подключаются к цепи питания мультиметра.

Теперь можно перейти к изготовлению аналога. При этом желательно не вносить никаких изменений в электри-

ческую схему мультиметра и использовать его штатный разъём для подключения батареи 6F22, но придётся сделать три отверстия в корпусе. Однако в некоторых мультиметрах вместо специального разъёма используются два пружинных контакта, которые следует удалить и заменить разъёмом.

Для начала с платы надо удалить ненужные элементы — контакты, микрофон, элементы согласования с печатной антенной и светодиод синего свечения (рис. 5, рис. 6). В качестве разъёма XS1 можно использовать разъём micro-USB или аналогичный, к которому будет подключаться зарядное устройство с выходным напряжением 5 В от сотового телефона. Переключатель — угловой SK 23D07VG, SK43D04G6 [2] или аналогичный. Сначала выпиливают плату-основание, на которой будут размещены все элементы. Её размеры должны быть такими, чтобы она плотно входила в батарейный отсек. Это основание можно сделать из нефолгированного стеклотекстолита или пластмассы толщиной 1,5 мм. Расположение деталей показано на рис. 7. На ней сначала надо разместить переключатель, чтобы его движок выходил через прямоугольное отверстие в боковой стенке корпуса мультиметра, которое надо сделать по месту. Затем аналогичным образом размещают разъём XS1 и делают отверстие для него. Переключатель и разъём крепят на основании с помощью моментального суперклея со сварочным гранулятом.

Плату от головного телефона устанавливают на ребро (светодиодом наружу) и крепят таким же клеем. Аккумуляторы приклеивают клеем "Квинтол" или аналогичным. После этого проводят монтаж с помощью изолированного провода и проверяют работоспособность устройства. В заключение с помощью моментального суперклея со сварочным гранулятом крепят разъём X1. Размещение аналога в батарейном отсеке мультиметра показано на рис. 8. В случае необходимости его нетрудно из него вынуть, заменив батарей 6F22.

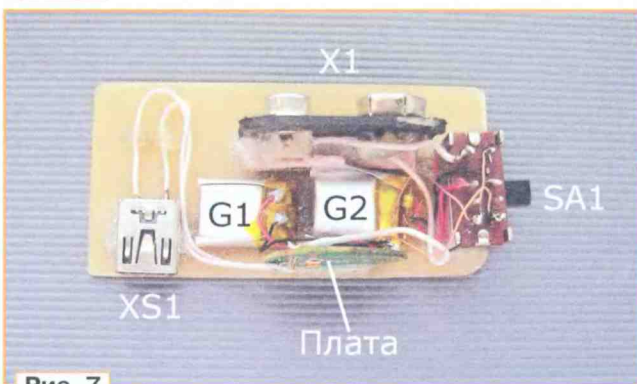


Рис. 7



Рис. 8



Чтобы можно было контролировать процесс зарядки аккумуляторов, напротив светодиода в корпусе делают отверстие. При желании в это отверстие можно вставить верхнюю часть (линзу) от матового светодиода красного свечения с диаметром корпуса 3 мм. Для этого линзу (2...3 мм) кусачками аккуратно откусывают от корпуса светодиода и с усилием вставляют в отверстие, которое должно иметь немного меньший диаметр. Процесс зарядки аккумулятора показан на **рис. 9**. Продолжительность непрерывной работы мультиметра (до появления значка разрядки батареи) в режиме измерения



Рис. 9

переменного напряжения от полностью заряженных аккумуляторов составила 45 ч. После этого время зарядки аккумуляторов — 1 ч 20 мин. В этом случае такие результаты можно объяснить тем,

что аккумуляторы разряжаются не полностью, а до напряжения около 3,5 В каждый.

В результате из вышедшего из строя или морально устаревшего гаджета можно изготовить полезное в радиолюбительской практике устройство.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Расширения возможностей простого USB-тестера. — Радио, 2024, № 8, с. 38—41.

2. SK Series Miniature Slide Switches. Side Knob. — URL: <https://clck.ru/3AxiZq> (30.05.24).

## Учись играя. Игровой автомат "Камень, ножницы, бумага"

### Часть 2

К. ЖЕЛТОВ, г. Иркутск

В первой части нашей игры мы спроектировали основной игровой блок. При проверке его работы оказалось, что если удерживать одну из кнопок жестов игрока 1, можно наблюдать, как игрок автомат меняет жесты. Дело в том, что мы разрешаем работу сдвигового регистра на триггерах DD10—DD13. Для устранения этого недостатка необходимо фиксировать ход игры. Определим, что для победы один из игроков должен одержать не менее трёх побед, при том, что при совершеннии каждого хода и достижении победы блокируются кнопки жестов игрока 1. В проект потребуется добавить ряд логических элементов и блоков, а также внести изменения в ранее разработанные. Во-первых, отключим светодиоды от блока DD7, а в разрыв цепи подключим ещё два D-триггера. Присвоим этим триггерам обозначения DD14 и DD15. Светодиоды победы в ходе игрового шага подключим к выходам Q этих триггеров. А входы S подключим к выходам Qi и Qa соответственно. Входы R объединим и подключим к кнопке "Ход".

Разместим двухходовый элемент ИЛИ-НЕ, присвоим ему обозначение DD16. Его входы также подключим к выходам Q триггеров DD14 и DD15. Изменим число входов элемента DD9,

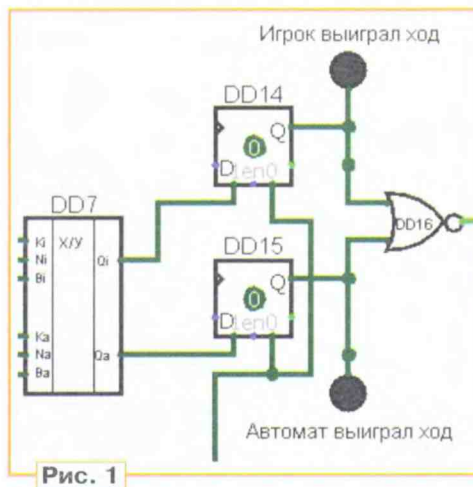


Рис. 1

задав в его свойстве "Количество входов" значение 3. Добавившийся вход соединим с выходом элемента DD16. Теперь после каждого хода при появлении лог. 1 на выходе одного из триггеров на выходе DD16 будет лог. 0, который запретит синхронизацию и сдвиг в регистре игрока автомата. На **рис. 1** приведена схема блока фиксации хода игрока.

Для подсчёта победных ходов воспользуемся таким блоком, как счётчик,

который является последовательным и строится на триггерах, но, в отличие от регистров, его основное предназначение — подсчёт входных сигналов (импульсов). Мы будем использовать счётчики, которые присутствуют в среде Logisim. Блок счётчика находится в панели элементов "Память". На **рис. 2** приведено окно его настроек, которые нужны нам для проекта, а на **рис. 3** показано назначение его выводов. Счётчик может считать как в сторону больших значений от 0, так и в сторону от максимального значения до 0 (инкрементирующий/декрементирующий). Максимальное значение задаётся его разрядностью (параметр "Биты данных") и параметром "Максимальное значение". В проектируемом устройстве счётчик будет инкрементирующий с максимальным значением 3. Физический счётчик при достижении максимального значения формирует сигнал переполнения и устанавливается в начальное состояние, определяемое входами режимов работы. Мы же в среде оставим счёт, выбрав в свойстве "Действие при переполнении" режим "Оставаться на значении".

который является последовательным и строится на триггерах, но, в отличие от регистров, его основное предназначение — подсчёт входных сигналов (импульсов). Мы будем использовать счётчики, которые присутствуют в среде Logisim. Блок счётчика находится в панели элементов "Память". На **рис. 2** приведено окно его настроек, которые нужны нам для проекта, а на **рис. 3** показано назначение его выводов. Счётчик может считать как в сторону больших значений от 0, так и в сторону от максимального значения до 0 (инкрементирующий/декрементирующий). Максимальное значение задаётся его разрядностью (параметр "Биты данных") и параметром "Максимальное значение". В проектируемом устройстве счётчик будет инкрементирующий с максимальным значением 3. Физический счётчик при достижении максимального значения формирует сигнал переполнения и устанавливается в начальное состояние, определяемое входами режимов работы. Мы же в среде оставим счёт, выбрав в свойстве "Действие при переполнении" режим "Оставаться на значении".



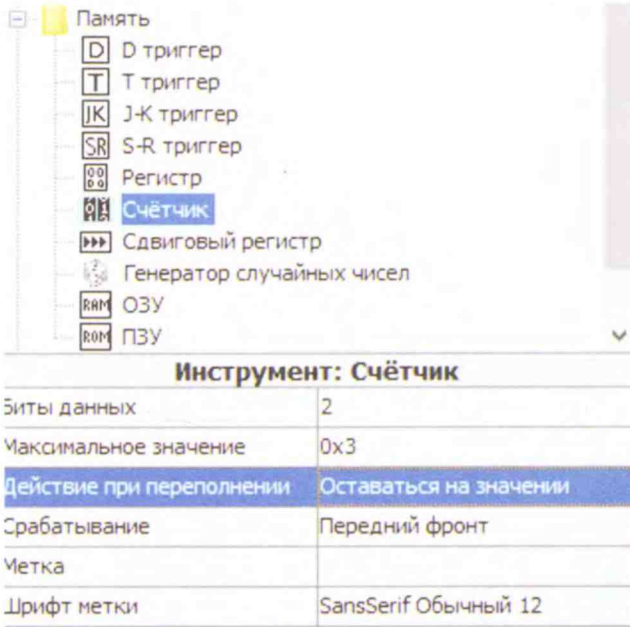


Рис. 2



Рис. 3

автомат". Для блокировки игры добавим в схему двухвходовый элемент ИЛИ с обозначением DD19. Его входы подключим к выходам переполнения счётчиков. В ранее созданную схему внесём изменения, увеличив число входов элементов DD4—DD6

в одном из счётчиков увеличивается значение на 1. Для следующего хода игрок 1 должен нажать на кнопку "Ход", без этого продолжение игры невозможно. При достижении максимального значения одного из игроков счёт останавливается на том счётчике, где возникло переполнение. Для начала новой игры необходимо обязательно нажимать на кнопку "Сброс". На рис. 4 приведена итоговая схема проектируемого устройства в режиме моделирования. В качестве совета по совершенствованию работы устройства можно предложить изменить схему включения выхо-

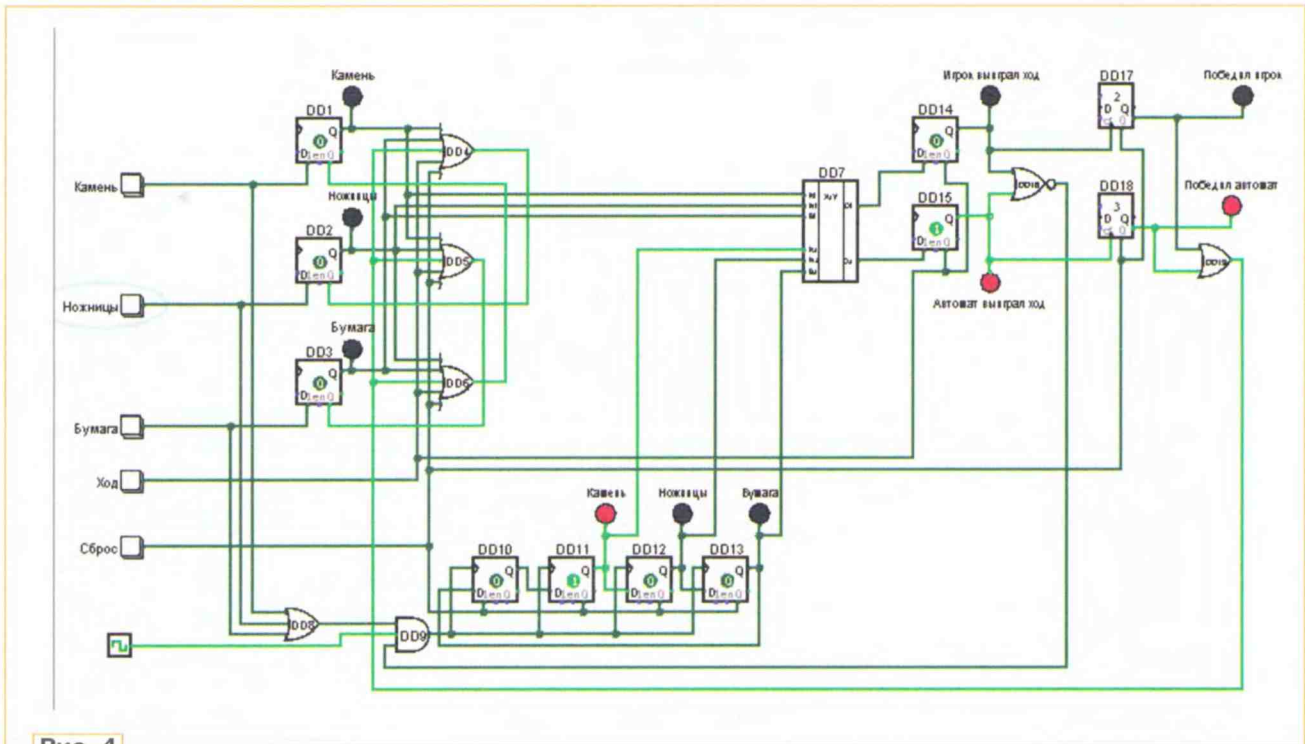


Рис. 4

Разместим на схеме два счётчика, обозначим их DD17 и DD18. Входы сброса объединим и подключим к кнопке "Сброс". Счётный вход DD17 подключим к выходу Q триггера DD14, а счётный вход DD18 — к выходу Q триггера DD15. К выходу сигнала переполнения счётчика DD17 подключим светодиод с меткой "Победил игрок", к аналогичному выходу счётчика DD18 подключим светодиод с меткой "Победил

на один. Появившиеся входы объединим и подключим к выходу элемента DD19. При достижении максимального значения на выходе одного из счётчиков на выходе элемента DD19 появится лог. 1, которая через элементы DD4—DD6 будет принудительно сбрасывать триггеры первого игрока в лог. 0, тем самым не давая выбрать жест.

В итоговом варианте устройства, если один из игроков победил в ходе, то

дов DD11—DD13 к входам DD7, не забыв переименовать метки светодиодов игрока автомата. Удачной схемотехнической игры!

От редакции. Файлы проекта и таблицы истинности находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/logisim3-2.zip> на нашем FTP-сервере.



# Макет-модуль графической кнопки-дисплея

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Общее описание интересного концепта (рис. 1) совмещения кнопки и дисплея в один функциональный

0,96 дюйма и разрешением 128×64 пикселя. Специализированных библиотек для программирования для этого дис-

плея автору найти не удалось. Однако первые опыты показали, что он успешно работает на скетчах с разными библиотеками для дисплея с диагональю 0,96 дюйма. Правда, следует отметить, что область отображения уменьшена в четыре раза по площади и смещена на 32 пикселя по координатным осям (рис. 5). Таким образом, при разработке графики для этого модуля можно воспользоваться наработками из [4].

На рис. 6 изображена последовательность изготовления макета. Основание 1 — это квадратная крышка от упаковки оконных роликовых жалюзи. Она имеет габаритные размеры 45×45×14 мм. В верхней части прорезаны две щели 2 для направляющих футляра экрана и высверлены два отверстия под вывод контактов кнопки 3. Наклеенные с боков кнопки полоски двухстороннего скотча 4 предназначены для крепления скобы футляра 5. Этот вариант модуля имеет три печатные



Рис. 1

модуль автору удалось найти в интернет-публикациях [1—3]. При конструировании с использованием микроконтроллера (МК) один и тот же элемент управления, например кнопка, может иметь различные переключаемые функции в изделии. Для их сопутствующей визуализации зачастую гораздо удобнее использовать встроенный миниатюрный дисплей, а не индикаторные светодиоды или информационные надписи. К сожалению, найти и приобрести подобный модуль промышленного изготовления автору пока не удалось, и для простых экспериментов пришлось довольствоваться вариантом самодельной конструкции (рис. 2).

Для опытов был собран макет, схема которого показана на рис. 3. Элемент А2 — графический OLED-дисплей с диагональю 0,49 дюйма, разрешением 64×32 пикселей, управляемый чипом SSD1306, работающим по интерфейсу I<sup>2</sup>C (рис. 4). Размер квадратной платы с чипом, которая расположена под экраном, — 15×15 мм. На ней отсутствуют элементы крепления, а выводы для электрических соединений (штыри-гребёнка) уже распаяны производителем. В продаже имеются модули только с белым свечением пикселей. Судя по числу отзывов покупателей и объёму продаж, этот дисплей используется радиолюбителями редко, в отличие от трёхцветной версии с диагональю

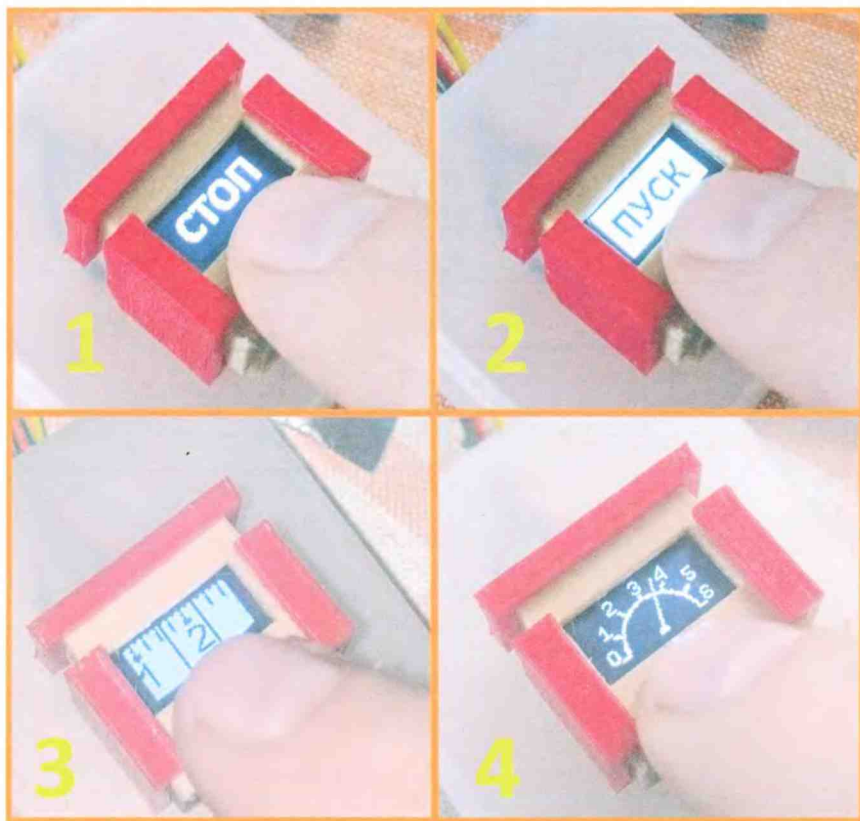


Рис. 2



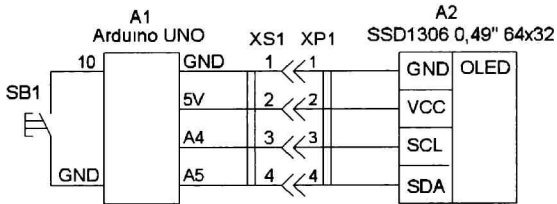


Рис. 3

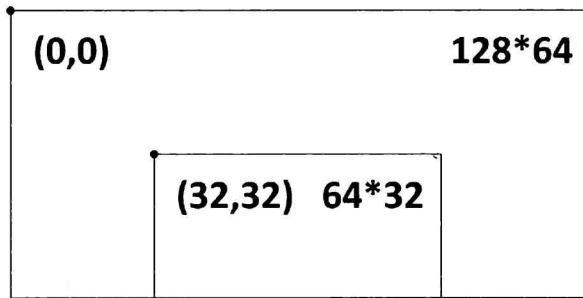


Рис. 5

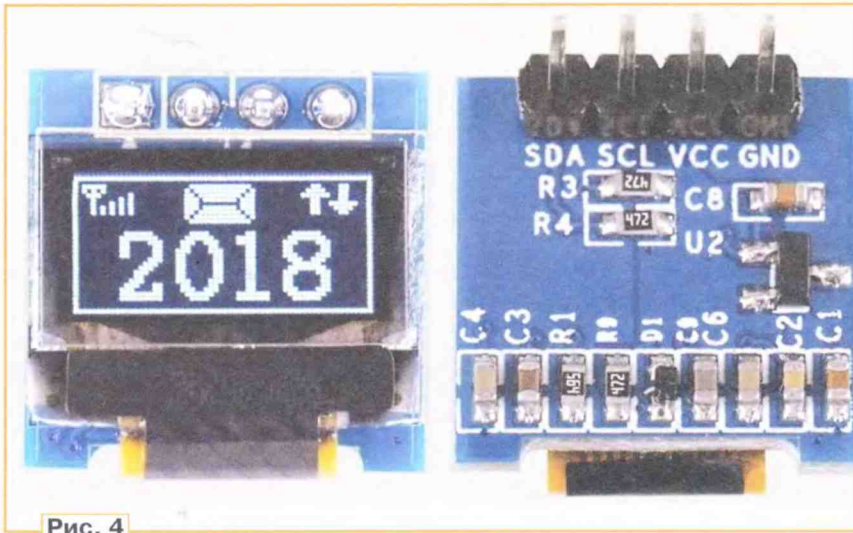


Рис. 4

детали: крышку экранного футляра 6, скобу 5, футляр с направляющей 7. Сначала вставляют футляр 7 в скобу 5, затем основание скобы приклеивают к

крышке 1, пропустив корпус кнопки 3 сквозь отверстие скобы. При этом направляющая должна свободно входить в щель 2 (вставленный футляр — 8).



Рис. 6

Далее внутри футляра вставляют дисплей 9 и через щель надевают гнездовой разъем 10 на контактные штыри платы дисплея. Этот разъем является второй направляющей футляра. С обратной стороны крышки тонкими гибкими проводами 11 с помощью пайки производят электрические соединения между модулем дисплея и модулем Arduino UNO. В боковой поверхности основания 1 высверливают отверстие диаметром 5...6 мм для проводов, которые фиксируют к основанию с помощью отрезка стирательной резинки 12. Его габаритные размеры — примерно 10x4x4 мм. С другой стороны к проводам 13 припаивают отрезки стальных скобок, закрывая места пайки отрезками термоусаживаемой трубки диаметром 2...2,5 мм. Проверяют свободный ход футляра и срабатывание кнопки SB1, нажимая указательным пальцем в область 14. При необходимости поправляют положение скобы 5 относительно основания 1.

Программирование работы элементов управления (кнопок), как правило, сводится к созданию переменных, числовые значения которых определяются числом нажатий, их очередностью или длительностью удержания контактов замкнутыми. При этом каждому значению соответствует своя графическая интерпретация (рис. 2), будь то имитация информационной надписи, текущее положение указателя-стрелки на шкале или просто выведенное числовое значение переменной. Параллельно этому также каждое значение определяет реакцию изделия на манипуляцию с кнопкой. В прилагаемом примере (**кнопка.ino**, рис. 2, элементы 1 и 2) переменная **fl** имеет два значения — 0 и 1. Она отслеживает чётное и нечётное числа нажатий на кнопку, поочередно задавая, например, включение и отключение условного исполнителя. Напротив, в примере **schkala.ino** (рис. 2, элемент 4) переменная **a** ступенчато меняет своё значение от 0 до -PI с шагом PI/48 при нажатии на кнопку и её удержании. После повторного удержания направление счёта изменяется на противоположное. Иными словами, такой модуль даёт радиолюбителю простор для творчества при создании различ-



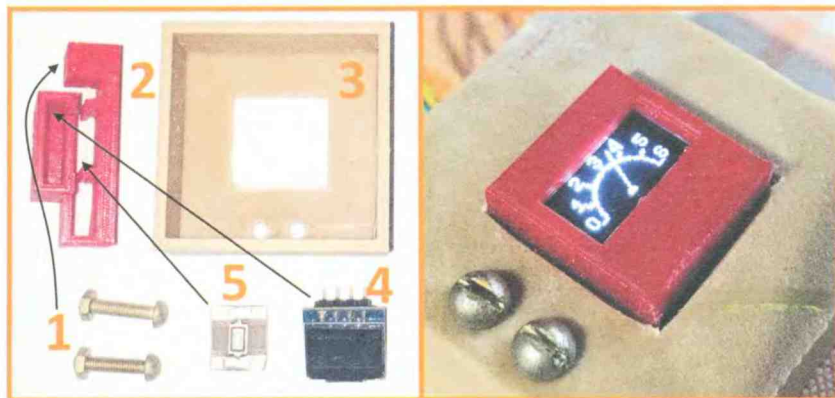


Рис. 7

ных интерфейсов управления в самодельных устройствах.

Ещё один конструктивный вариант изготовления модуля представлен на рис. 7. Он отличается от первого расположением элементов под лицевой поверхностью основания, т. е. по аналогии с выключателями является встраиваемым, а не накладным. Печат-

ных элементов всего два — это корпус-основание 3 и крепление 2 для экрана на 4 и платы кнопки 5. Печатные элементы скрепляются с помощью двух винтов М3 с гайками 1. Последовательность сборки элементов аналогична сборке первого варианта.

При необходимости или желании число графических кнопок можно уве-

личить, воспользовавшись схемными решениями из [5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое графическая кнопка-дисплей? — URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=34314> (03.04.24).

2. Optimus-like OLED Apple Keyboard? — URL: <https://www.macrumors.com/2008/01/03/optimus-like-oled-apple-keyboard/> (03.04.24).

3. Клавиатура "Оптимус мини-шесть". — URL: <https://www.artlebedev.ru/optimus/mini-six/> (03.04.24).

4. Мамичев Д. Графическое представление данных на миниатюрном дисплее. — Радио, 2021, № 10, с. 59—61.

5. Мамичев Д. Графическое представление данных на миниатюрном дисплее-2. — Радио, 2023, № 1, с. 61—63.

*От редакции.* На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/08/maket.zip> находятся все материалы проекта и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства.

## Ответы на викторину "Микрокомпьютеры NanoPi"

("Радио", 2024, № 7, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

**1** • Ответ — 1. Несмотря на то что элемент L67 имеет буквенно-цифровое обозначение катушки индуктивности и содержит четыре контакта, называется он... трёхвыводной конденсатор. Именно так позиционирует свою продукцию фирма Murata, которая в 1979 г. вывела на рынок первый подобный конденсатор DS310, опередив конкурентов в отрасли.

Внутренняя слоистая структура трёхвыводного конденсатора имеет сходство с классическим проходным конденсатором, но только в SMD-исполнении. Серия NFM18PS предназначена для фильтрации НЧ- и ВЧ-помех в силовых цепях с током до 2 А,

при этом параллельная ёмкость на общий провод составляет 0,47...1 мкФ [1]. По эффективности подавления один трёхвыводной может заменить 4—10 обычных SMD-конденсаторов (рис. 1). Недостаток — относительно высокая цена.

*Аналитическая рекомендация.* Разработчикам схемы NanoPi Fire3 следовало бы задуматься о переименовании элемента L67 в С, что физически и технически более точно.

**2** • Ответ — 1. Конденсаторы С9863—С9866, судя по надписям на схеме, имеют ёмкость по

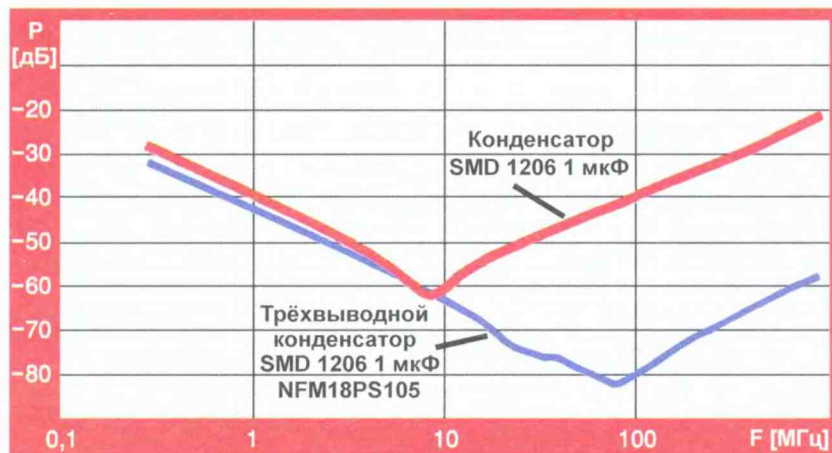


Рис. 1



0,22 мкФ, допустимое рабочее напряжение 10 В и одинаковый формфактор 0201. Последний параметр указывает на то, что применяются четыре отдельных конденсатора. Однако УГО конденсаторов нарисованы так, что их верхние и нижние обкладки сливаются в единое целое, как принято изображать в совмещённых элементах, например, многообмоточных потенциометрах, цифровых микросхемах и т. д.

Но "со своим уставом в чужой монастырь не ходят", в фирменных зарубежных схемах могут устанавливаться свои правила. Тем не менее, по логике вещей, следует так рисовать УГО отдельных элементов, чтобы их корпусы не соприкасались друг с другом.

**3. Ответ — 1.** Изображённый на схеме двухобмоточный дроссель L18 фильтрует синфазные помехи в информационных цепях DM, DP интерфейса USB. Короткое замыкание его витков через выводы 5 и 6 недопустимо, следовательно, где-то допущена ошибка.

Если заглянуть в документацию фирмы Murata [2], то внутри дросселя L18 содержится не только дроссель, но и четыре супрессора, защищающие от статического электричества напряжением до  $\pm 15$  кВ. Для правильного понимания работы устройства следует полностью перерисовать УГО элемента, например, согласно рис. 2.

свечения. Индицирует он наличие напряжения питания 3,3 В на плате микрокомпьютера (SBC) NanoPi M4. Нормальная работа — это когда присутствуют оба напряжения 3V3\_SYS и 3V3\_S3, при этом яркость индикатора максимальная, что зависит от протекающего тока  $I_{LED} = (3V3\_SYS - V_{LED})/R256 + (3V3\_S3 - V_{D34} - V_{LED})/R286 = (3,3 - 1,6)/15 + (3,3 - 0,6 - 1,6)/1 = 1,21$  mA.

Соответственно, если пропадёт напряжение 3V3\_SYS, ток уменьшится до 1,1 mA, а если исчезнет напряжение 3V3\_S3, — до 0,11 mA. В первом случае снижение яркости останется незамеченным, а во втором — свечение станет реально более тусклым.

Из приведённых расчётов становится понятным смысл применения резистивного делителя. При нормальной работе светодиод PWR светится ярко, при пропадании напряжения 3V3\_S3 — тускло, при этом диод D34 не позволяет запитывать повреждённую цепь даже слабым током от системного источника 3V3\_SYS.

**5. Ответ — 0 или 1.** В конструкции SBC NanoPi R6C предусмотрено место на печатной плате для установки SSD с интерфейсом NVMe в формфакторе M.2 2280.

Расшифровка названий:

— SSD (**S**olid-**S**tate **D**rive) — твердотельный Flash-накопитель информации, аналогичный жёсткому диску, но без вращающихся деталей;

— NVMe (**N**on-**V**olatile **M**emory **E**xpress) — быстродействующий интерфейс связи между Flash-памятью и процессором, который использует шину PCIe, в отличие от более медленного интерфейса SATA [3];

— M.2 — стандарт 2013 г., определяющий разъем и физическое подключение для ультратонких устройств в виде открытой печатной платы с радиоэлементами без корпуса. Это могут быть SSD NVMe, SSD SATA, а также модули Wi-Fi, WWAN, Bluetooth, GPS, NFC;

— 2280 — типоразмер печатной платы, где 22 — ширина, 80 — длина платы в миллиметрах. Существуют также типоразмеры 2230, 2242, 2260 и пр.

Поскольку накопитель NVMe в формфакторе M.2 2280 является внешним SSD, то оба ответа на вопрос викторины верные.

**6. Ответ — 1.** Автономный генератор прямоугольных импульсов с частотой 24 МГц выполнен в двойном логическом инверторе U3, кварцевом резонаторе X4 и стандартных резисторах и конденсаторах в его обвязке. Особенность — малогабаритная микросхема U3 NL27WZU04DF фирмы Onsemi в корпусе SC-88 (2x1,25x0,9 мм), что позволяет мини-

мизировать размеры изделия.

Однако для устойчивого запуска генератора подходят не любые логические элементы, а только небуферизированные. Называются они Unbuffered Inverter и отличаются тем, что в выходном каскаде отсутствует усилитель мощности [4]. Из-за этого на передаточной характеристике напряжения вход—выход формируется определённый линейный участок, что, собственно, и приводит к мягкому режиму самовозбуждения в петле обратной связи.

Пример небуферизированного двойного инвертора Crystal Driver, специально разработанного для кварцевых генераторов, — 74LVC1GX04 фирмы Nexperia.

**7. Ответ — 1.** Нажатие на кнопку SW4 приводит к открытию транзистора Q8222. Ток в его базу протекает через резисторы R9896, R1098, R9854.

Как известно, при последовательном соединении резисторов мощность рассеяния на каждом из них пропорциональна сопротивлению. То есть в порядке убывания мощности: 0,95 мВт — на резисторе R9854 (4,7 кОм), 0,2 мВт — на резисторе R9896 (1 кОм) и 0,07 мВт — на резисторе R1098 (330 Ом). Парадокс в том, что два первых резистора имеют формфактор 0201 (50 мВт), а последний — 0402 (63 мВт).

Почему? Мысли разработчика схемы угадать сложно, но как предположение, — в целях унификации элементов, чтобы не закупать большой ассортимент SMD-резисторов.

**8. Ответ — 0.** Важным фактором, влияющим на долговечность работы любого SBC, является температура корпуса прикладного процессора (AP), контроллера питания PMIC, микросхем памяти и других интерфейсных чипов. Чем их температура ниже, тем лучше.

Для снижения нагрева в простейшем случае используют пассивные теплоотводы, наклеиваемые с помощью двухстороннего скотча или механически прижимаемые к корпусу микросхем с нанесением термопасты. Последний вариант как раз и представлен на фотографии в вопросе викторины.

Теплоотвод изготовлен из алюминиевого сплава и рассчитан специально на конструкцию SBC NanoPi R2S. Особенностью является выемка в центре с резьбовыми отверстиями по краям. В них закрепляется вентилятор (кулер) DC Brushless Fan с напряжением 5 В. Это элемент активного охлаждения, когда одного пассивного теплоотвода уже недостаточного.

A1  
LXES11DAA2-135

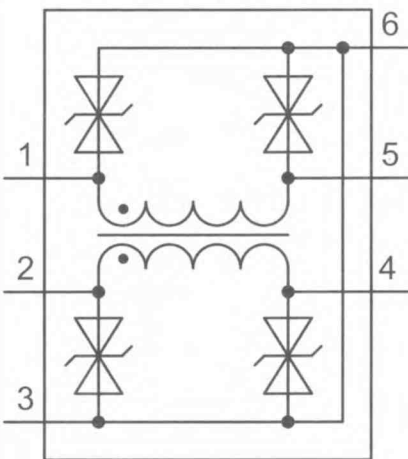


Рис. 2

*Интересный нюанс.* Элемент обозначен как A1 (устройство, содержащее различные детали со своей схемой соединения), потому что при наименовании этого элемента нельзя отдать пальму первенства ни L, ни VD.

**4. Ответ — 0.** Светодиод PWR имеет красный "аварийный" цвет



С другой стороны, никто не запрещает использовать центральную выемку по своему усмотрению, например, для установки внешнего датчика температуры. Это допускается, но факультативно, ведь четыре резьбовых отверстия согласованы по размерам именно с поставляемым в комплекте вентилятором (рис. 3).

**9. Ответ — 0.** Внутри разъёма LAN1 интерфейса Ethernet размещаются светодиоды жёлтого и зелёного цветов свечения, индицирующие статус сетевых соединений. Включение светодиодов схемотехнически выполнено одинаково, с применением токоограничивающих резисторов R9750, R9762 и конденсаторов

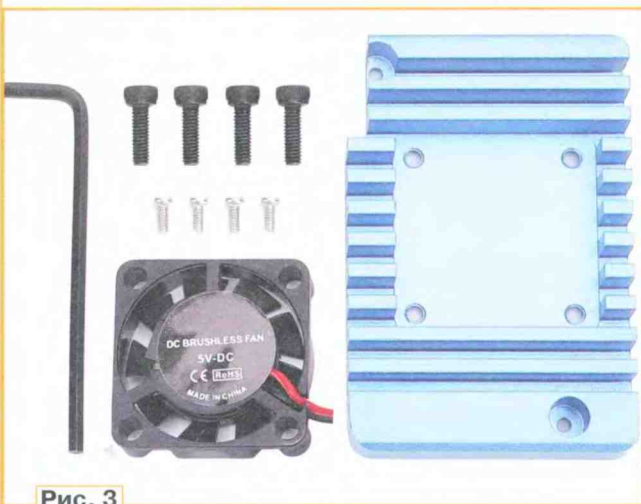


Рис. 3

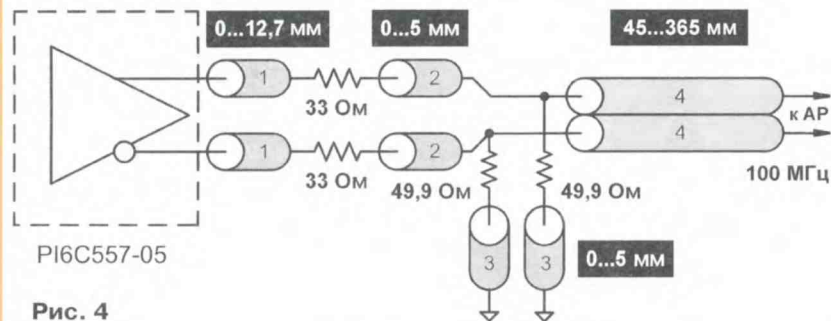


Рис. 4

фильтра C9727, C9729. Эти элементы образуют RC-цепочки, препятствующие попаданию в систему импульсных помех, наводимых на длинных линиях кабельной сети Ethernet.

Пожокие технические решения встречаются и в других SBC, но с разной конфигурацией RC-цепочек и с применением супрессоров. Справедливости ради, защита по цепям светодиодов в разъёме интерфейса Ethernet может вообще отсутствовать. Её необходимость определяет фирма-изготовитель, сообразуясь с условиями применения изделия.

**10. Ответ — 1.** Наличие встроенных малогабаритных антенн диапазона 2,4 ГГц для интерфейсов Wi-Fi и Bluetooth в платах SBC не вызывает удивления, ведь аналогичные антенны содержатся во всех смартфонах. Другое дело, что конструкция антенн может быть разной.

Судя по УГО антенны ANT2, она должна быть зигзагообразной, выполненной "змейкой" проводников на печатной плате. Однако в справочной документации на антенну AN6520 фирмы RainSun [5] указывается, что она является многослойной, керамической и широконаправленной с линейной поляризацией излучения. Центральная частота — 2,45 ГГц, полоса пропускания — 200 МГц, коэффициент усиления — 0,5 dBi, KCB < 2, волновое

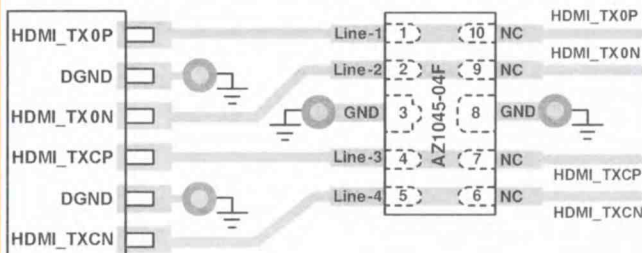


Рис. 5

раются строго заданных сопротивлений с допуском  $\pm 1\%$ , а при разводке печатной платы должна соблюдаться рекомендуемая разработчиком длина проводников [6]. На рис. 4 видно, что расстояние от резисторов R9818, R9819 до микросхемы PI6C557-05LE должно быть меньше, чем до AP.

**12. Ответ — 1.** Сборка супрессоров D11 AZ1045-04F фирмы Amazing Microelectronic предназначена для защиты от статического электричества в информационных цепях интерфейсов HDMI, USB, DVI, Ethernet, DisplayPort, SATA. Особенностью является сверхнизкая ёмкость защитных элементов — 0,5 пФ.

В схеме SBC NanoPi2 Fire сборка супрессоров D11, к сожалению, нарисована неверно. Выводы 6 и 7 у сборки свободные NC (No Connect), к ним внутри ничего не подключается. Но

внешнее замыкание выводов 5 и 6, 4 и 7 нарисовано правильно, поскольку это соответствует рекомендуемой разводке цепей HDMI\_TXCN, HDMI\_TXCP на печатной плате (рис. 5). При такой топологии степень защиты от ESD — максимальная.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. SMD/BLOCK Type EMI Suppression Filters EMIFIL. — URL: <https://goo.su/lxLw2> (11.05.24).
2. Common mode ESD filter LXES\*\*D series. — URL: <https://clck.ru/3AZamz> (11.05.24).
3. Два типа твердотельных накопителей M.2: SATA и NVMe. — URL: <https://www.kingston.com/ru/blog/pc-performance/two-types-m2-vs-ssd> (11.05.24).
4. Understanding Buffered and Unbuffered CD4xxxB Series Device Characteristics. — URL: <https://clck.ru/3AZbRL> (11.05.24).
5. AN6520 Multilayer Chip Antenna. — URL: <https://rainsun.com/rswordpress/wp-content/uploads/2022/10/RainSun-AN6520.pdf> (11.05.24).
6. PI6C557-05B. — URL: <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/PI6C557-05B.pdf> (11.05.24).

сопротивление — 50 Ом, габаритные размеры — 6,5×2,2×1 мм.

**11. Ответ — 1.** Микросхема U9530 PI6C557-05LE фирмы Diodes — это четырёхканальный тактовый генератор дифференциальных импульсов LVDS с частотой следования 100 МГц для интерфейсов PCIe и Ethernet. Чтобы получить хорошую форму сигналов на таких высоких частотах, требуются специальные схемотехнические и топологические меры.

В частности, согласующие резисторы R9812, R9813, R9818, R9819 выби-







Поддерживаемые  
ОС



ANDROID

# 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 эксплоитов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



### Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



### Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



### Защита детей

Родительский контроль

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

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



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



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

041868