

8•2025

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



**НОВЫЙ УВЧ-УПЧ
ДЛЯ ПРИЁМНИКОВ
"ОКЕАН-209" И SELENA**

- БП малогабаритной электродрели
- Двухполярный регулируемый БП
- Дополнительный индикатор для часов
- Часы с метеостанцией

...и ещё 6 конструкций

ISSN-0033-765X

25008



9 770033 765009

8

2025

ПАВЛОГРАДСКАЯ ГИМНАЗИЯ

КОЛЛЕКТИВНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ RA9MF — В МЕМОРИАЛЕ "ПОБЕДА-80"

Александр ЩЕРБИНА (R8ME), рп Павлоградка Омской обл.

RP80TVM

Значок оператора специального позывного RP80TVM.

(см. статью на с. 47)

На балконе Павлоградской гимназии. Слева направо: Вячеслав Саюн (R9M-030), С. Г. Калинина, Лев Шкель (R9M-032), Андрей Лучкин (R9M-046), руководитель коллективной радиостанции RA9MF Александр Григорьевич Щербина (R8ME), Александр Калинин (R9M-035), Аниса Сапсенова (R9M-045), Артём Махно (R9M-040).

С ПРАЗДНИКОМ
ПОБЕДЫ!



Формируем состав вахт для работы в эфире в мемориале "Победа 80". Слева направо: стоят Елена Мирошниченко (R9M-041), Артём Махно (R9M-040), Вячеслав Саюн (R9M-030), Артём Мачула, Егор Мелещенко, Софья Абакумова (R9M-044), Степан Пипенко, Иван Подорожняк, Лев Шкель (R9M-032), сидят Салия Базарова (R9M-043), руководитель коллективной радиостанции RA9MF Александр Григорьевич Щербина (R8ME), Андрей Лучкин (R9M-046).



Выступает Александр Калинин (R9M-035).



Парк Победы. А превратились в белых журавлей.



Теперь мы с поворотным устройством антенны. Слева направо: А. Г. Щербина (R8ME) и А. Г. Калинин.



Софья Абакумова (PR9M-044).

В парке у Вечного огня. Слева направо: Артём Махно (R9M-040), Вячеслав Саюн (R9M-030), Андрей Лучкин (R9M-046), руководитель коллективной радиостанции RA9MF Александр Григорьевич Щербина (R8ME), Александр Калинин (R9M-035), Лев Шкель (R9M-032).



Артём Махно (R9M-040).



В эфире Иван Лысенко (R9M-031) и набирается опыта самый младший участник радиоклуба Максим Калинин (слева).



Александр Калинин (R9M-035), С. Г. Калинина, Лев Шкель (R9M-032) — тренировка.



Софья Абакумова (R9M-044) (слева) и Аниса Сарсенова (R9M-045) работают в YL-OM contest.



Завершение работы специального позывного RP80TVM. Слева направо: руководитель коллективной радиостанции RA9MF Александр Григорьевич Щербина (R8ME), операторы Максим Щербина (R9M-033), Андрей Лучкин (R9M-046).

НАУКА И ТЕХНИКА	4	А. ГОЛЫШКО. "Голубая птица" распускает антенны.	4
РАДИОПРИЁМ	8	Х. ЛОХНИ. Новый УВЧ-УПЧ для приёмников "Океан-209" и Selena	8
		В. ШЕПТУХИН. Новости вещания	22
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ	23	С. СЕМИХАТСКИЙ. Стабилизированный двухполярный блок питания 1,25...25 В, 2,5 А	23
ЗВУКОТЕХНИКА	27	А. ГЕТТЕ. "Замена блока управления в проигрывателе "Эстония ЭП-010С"	27
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	28	А. ВИШНЕВСКИЙ. Устройство питания и управления малогабаритной электродрелью	28
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	32	А. ВАСИЛЬЕВ. Устройство защиты от перенапряжения с "жёстким" ограничением амплитуды. Часть 2. Оптимизация релейной защиты	32
		В. ВАТРУШИН. Часы с метеостанцией на основе дисплея покупателя от кассового аппарата	35
		С. БИРЮКОВ. Резервирование питания дистанционного извещателя температуры	40
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ	43	Наша консультация	43
"РАДИО" — О СВЯЗИ	45	YL-OM CONTEST 2025 — итоги	45
		А. ЩЕРБИНА. Коллективная радиостанция RA9MF — в Мемориале "Победа-80".	47
		А. БЕЗМЕНОВ. Радиоэкспедиция в Бенин	50
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ	53	В. РУБАШКА. Преобразователь сигналов с гальванической развязкой для Arduino Pro mini	53
		Д. МАМИЧЕВ. Дополнительный индикатор для часов VST-888H и их доработка	55
		И. НЕЧАЕВ. Питание маломощной или нерегулярной нагрузки от Power Bank	60
		Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Платы расширения DFRobot"	62

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 7).

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

На нашей обложке. Новый УВЧ-УПЧ для приёмников "Океан-209" и Selena (см. статью на с. 8).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**ПРОВЕРЯЕМ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРА-ТОК
СЖАТЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ
УЗ-ЛОКАТОР ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ**

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

INTERPOLITEX



СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

28–30 ОКТЯБРЯ 2025

МОСКВА • ВДНХ • ПАВИЛЬОН № 57

INTERPOLITEX.RU

ОРГАНИЗАТОР



"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. МУСИЯКА

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

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

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

Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

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

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.07.2025 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 публикацию 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—2025. 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. 02147-25.



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

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:

8-800-333-79-32

"Голубая птица" выпускает антенны

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

"Мы жаждем новых ощущений, а когда получаем желаемое, то вскоре становимся к ним равнодушными".

Никола Тесла

Как утверждал Илон Маск, более 30 % населения планеты или 2,6 млрд людей не имеют доступа к Интернету, и его спутниковая сеть Starlink может это исправить. Уже сравнительно давно на сайте известного проекта спутникового Интернета Starlink от компании Илона Маска SpaceX имеется раздел о сервисе Direct to Cell, который позволяет напрямую подключать мобильный телефон к спутникам, выступающим в качестве базовых станций сотовой сети, и о котором уже рассказывалось на страницах журнала. Сервис предназначен для отправки через низкоорбитальные спутники текстовых и голосовых сообщений, а также файлов с любых "обычных" смартфонов с поддержкой 4G/LTE. Технологии быстро развиваются, и в отрасли появляется много новостей. Стоило в январе прошлого года успешно организовать через спутник обмен SMS со смартфона на смартфон, как на рынке появились новые игроки. Но обо всём по порядку.

Процесс подключения смартфона к спутниковой сети в Direct to Cell происходит автоматически в тот момент, когда он теряет сигнал наземной инфраструктуры. В этот момент ближайший спутник принимает сигнал устройства, передаёт его на наземную станцию или ретранслирует через другие спутники, обеспечивая доступ к наземной сети мобильной связи какого-либо оператора. В случае Starlink таким оператором является T-Mobile US.

Следует заметить, что для услуг Direct to Cell используются модернизированные спутники проекта Starlink с двумя различными системами связи на борту, которые работают как в привычной для раздачи Интернета части Ku-диапазона (10...12 ГГц), так и в диапазоне работы наземных сетей мобильной связи от 0,45...3,5 ГГц (партнёры-операторы планируют использовать для связи со спутниками диапазон 1,6...2,7 ГГц). На конец апреля SpaceX отправила в космос 23 спутника Starlink с новыми возможностями, среди них 13 спутников (по разным сообщениям их когда-нибудь будет 400 или 840) Starlink V2 mini обеспечивают связь Direct to Cell, что позволяет подключаться к спутникам напрямую с мобильных устройств. Разумеется, для появления таких возможностей приходится преодолевать целый ряд трудностей.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

► RINET ►

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:

+7(495)981-4571

E-mail:

info@rinet.ru

Сайт:

www.rinet.ru

Прежде всего, что касается функциональности и состава размещённой на спутнике базовой станции 4G/LTE, то данный вопрос разработчиками подробно не раскрывается. Сообщается лишь, что спутники оснащены улучшенным модемом eNodeB, который обеспечивает возможность эмуляции наземной базовой станции. Это сделает связь доступной для любого мобильного устройства. Однако же любое дополнительное оборудование на борту приводит к увеличению стоимости запуска. Другое дело, что наземная сеть мобильной связи 4G/LTE со всеми входящими от протоколов до антенн, а также работающие в ней смартфоны были разработаны для обслуживания мобильных пользователей в зоне действия базовой станции на удалении, как правило, не более 15...20 км при перемещении относительно земной поверхности с максимальной скоростью не более 500 км/ч. Напротив, спутниковая базовая станция находится на высоте 550 км, движется со скоростью 8 км/с и покрывает своим сигналом зону обслуживания до 500 км в диаметре. Кроме того, дополнительные серьёзные проблемы появляются под влиянием погодных условий при чрезвычайно большом ослаблении сигнала в атмосфере.

Следует заметить, что в сотовой сети размер соты определяется возможностями абонентской станции (в данном случае смартфона), которая, как правило, имеет максимальную мощность передачи сигнала в направлении базовой станции (на самом большом удалении от неё) около 0,2 Вт (на меньших расстояниях в смартфоне работает APM), тогда как базовая станция обычно имеет мощность передачи сигнала в нисходящем канале к смартфону не менее 20 Вт. В Starlink сообщали, что для получения рабочего канала связи пришлось преодолеть серьёзные технологические трудности. Дело в том, что в большинстве современных смартфонов установлены антенны с низким коэффициентом усиления. Поскольку речь идёт о самых обычных смартфонах, на спутнике придётся устанавливать чрезвычайно чувствительную антенну, способную принять их слабый сигнал. Никаких публикаций на этот счёт не встречается, но, судя по всему, подобная разработка удалась. Следует также учитывать, что всё, попавшее на поверхность Земли в диаграмму направленности такой антенны, будет создавать помехи в рабочем диапазоне частот, это и наземные базовые станции, и абонентские телефоны, и различные широкополосные промышленные по-

мехи. Из всего этого нужно будет выделить полезный сигнал.

С точки зрения обслуживания потенциальной клиентской базы, т. е. числа абонентов/смартфонов, ресурс пропускной способности спутника будет делиться между всеми участниками. Его размер ограничен, поэтому при одновременной работе тысяч абонентов (попадающих в огромную зону обслуживания) на каждого из них придётся ресурс в несколько десятков кбит/с, пригородный разве что для передачи SMS и, возможно, голосовых сообщений. Впрочем, области с относительно высокой плотностью населения будут обслуживаться имеющимися там наземными сетями мобильной связи с широким набором услуг, а Direct to Cell останется для удалённых мест с низкой абонентской плотностью.

В общем, Starlink был первым, кто "набил шишки" в области создания спутникового Интернета и спутникового Direct to Cell, и первым, кто сумел преодолеть с различным успехом приведённый выше набор сопутствующих трудностей. При этом работа над преодолением последних продолжается, и не только в SpaceX. Сегодня у Starlink есть сразу несколько конкурентов в части организации доступа в Интернет. Это, например, Project Kuiper от Amazon, OneWeb, целый ряд китайских проектов. Недавно появился и ещё один конкурент — компания AST SpaceMobile, которую уже поддержали Google, AT&T и Vodafone и которая также собирается предоставлять услуги голосовой связи по технологии Direct to Cell.

Как гласят официальные сообщения, AST SpaceMobile — это компания, создающая первую и единственную космическую сотовую широкополосную сеть, доступную непосредственно со смартфонов, предназначенную как для коммерческих, так и для государственных приложений. Первые пять коммерческих спутников под названием BlueBird были запущены с мыса Канаверал, штат Флорида, осенью прошлого года.

Спутники BlueBird ("голубая птица") оснащены крупнейшими в истории коммерческими коммуникационными объектами, которые будут развёрнуты на низкой околоземной орбите, на впечатляющей площади 693 квадратных фута или 64,38 м² (рисунки, источник — URL: <https://click.ru/3M86GE>), что является технологическим скачком вперёд в способности AST SpaceMobile обеспечивать бесперебойную сотовую широкополосную связь для миллиардов пользователей мобильной связи по всему миру.

На данный момент компания планирует отправить на орбиту Земли 243 космических аппарата связи. Общие каналы связи, предоставляемые спутниками, поддерживают полосу частот до 40 МГц, что потенциально обеспечивает скорость передачи данных до 120 Мбит/с. В описании спутника AST говорится, что у него большая площадь поверхности антенн с фазированной антенной решёткой, которые работают синхронно, чтобы формировать и направлять сигнал в ячейки покрытия подобно вышкам сотовой связи на Земле.

В течение 2024 г. AST Space Mobile получила дополнительные стратегические инвестиции от AT&T, Verizon, Google и Vodafone, а также заключила новый контракт с правительством США через генерального подрядчика. Компания имеет соглашения с более чем 45 операторами мобильной связи по всему миру, которые имеют более 2,8 млрд существующих абонентов, включая Vodafone Group, AT&T, Verizon, Rakuten Mobile, Bell Canada, Orange, Telefonica, TIM, Saudi Telecom Company, Zain KSA, Etisalat, Indosat Ooredoo Hutchison, Telkomsel, Smart Communications, Globe Telecom, Millicom, Smartfren, Telecom Argentina, MTN, Telstra, Africell, Liberty Latin America и другие. AT&T, Verizon, Vodafone, Google, Rakuten, American Tower и Bell Canada также являются существующими инвесторами AST SpaceMobile.

Основываясь на успехе спутника BlueWalker 3, первые пять коммерческих спутников AST SpaceMobile будут иметь десятикратное увеличение мощности. Это достижение закладывает основу для предоставления глобальной космической сотовой широкополосной связи непосредственно на повседневные смартфоны, начиная с непрерывного покрытия на всей континентальной части Соединённых Штатов с использованием более чем 5600 сотовых сетей в премиальном низкочастотном спектре.

Что касается спутника BlueWalker 3, то он был запущен в 2022 г. компанией AST Space Mobile в качестве прототипа для предполагаемой сети спутников, которая должна была обеспечить доступ к мобильному широкополосному Интернету почти в любой точке планеты. Спутник имеет огромную антенну также площадью 64 м² и окрашен в белый цвет, чтобы отражать солнечный свет, делая его видимым даже в сумерках.

Первый звонок через космос с использованием обычного смартфона компания совершила в апреле 2023 г. Компания продемонстрировала возможность совершать звонки и обмениваться



данными. В частности, при подключении к спутнику связи BlueWalker 3 обычного смартфона скорость передачи составила 14 Мбит/с. Позже был совершён телефонный звонок. Вызов был реализован на номер в сети японского оператора Rakuten. В ходе тестов применялся оригинальный смартфон Samsung Galaxy S22.

Что касается антенны BlueWalker 3, то сейчас в ночном небе есть объект, который не является ни планетой, ни звездой и светит иногда ярче 99 % звезд, видимых с ночной стороны Земли. И это ещё одна трудность, с которой придётся столк-

включая возможные оперативные вмешательства". Компания также избегает передачи в районах, чувствительных к радиоастрономии, сказал представитель, а также контролирует ориентацию спутника для минимизации яркости и разрабатывает антиотражающие покрытия для своего следующего поколения спутников, которых, по его словам, будет около 90.

23 января 2025 г. компания AST SpaceMobile (после продолжительного ожидания) получила временное разрешение от Федеральной комиссии связи США (FCC) на совершение звонков в сотовой сети AT&T через свои

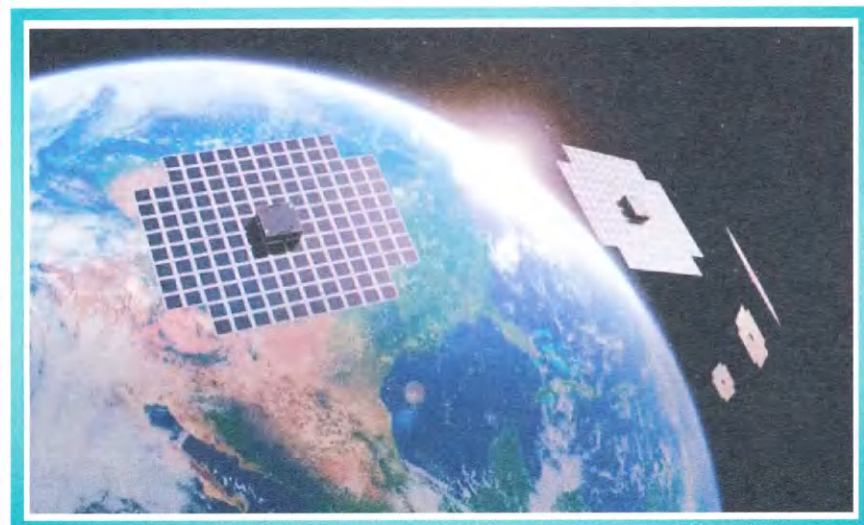
решение от FCC на тестирование космической сотовой связи ещё в середине прошлого года, но всё ещё не организовала этот процесс. Компания AST Space Mobile пока не обнародовала планы по организации тестирования и его результаты, впрочем, и разрешение FCC она получила лишь недавно. Проверка будет проходить с использованием запущенных осенью пяти спутников AST SpaceMobile BlueBird первого поколения. Каждый из пяти спутников BlueBird Block 1 массой 1500 кг рассчитан на обеспечение пропускной способности, в 10 раз превышающей пропускную способность прототипа BlueWalker 3.

Для полного покрытия территории США космической сотовой связью понадобится запустить ещё десятки спутников, которые, надо отметить, светятся в небе как одни из самых ярких звезд. Как отмечалось выше, это усложнит работу астрономов с поверхности Земли как в оптическом, так и в радиодиапазоне. Более того, спутники BlueBird второго поколения станут ещё больше и ярче, что только усугубит проблему научных наблюдений. Будет ли найден компромисс, неизвестно, но каждый технологический прогресс имеет свою цену.

Кстати, SpaceX как конкурент AST SpaceMobile, планирует предоставить первые услуги текстовых сообщений в этом году. Основная идея в том, чтобы запустить бета-версию сервиса к концу этого года. Полноценное коммерческое обслуживание откроется для потребителей в начале 2026 г. Планируется включить в сервис текстовые сообщения, Интернет, передачу данных и доступ к таким приложениям, как видеоконференции.

Клиенты T-Mobile US в рамках программы бесплатного бета-тестирования уже могут пользоваться аналогичными услугами SpaceX Starlink. В июле оператор наземной связи готовился официально запустить услугу T-Satellite, которая обойдётся большинству потребителей в 10 долл. в месяц, включая абонентов других операторов. AST же пока вывела на орбиту лишь пять спутников собственной группировки BlueBird, и для полноценного обслуживания клиентов ей потребуется от 45 до 60 аппаратов. Кроме того, прежде чем предложить услуги спутниковой связи абонентам своих партнёров, включая AT&T и Verizon, компании необходимо получить разрешение от FCC.

Компания также собиралась запустить спутник второго поколения BlueBird Block 2, который в два раза больше Block 1 и в десять раз грузоподъемнее. Точ-



нуться всем, кто в дальнейшем будет развивать технологию Direct to Cell. При этом Международный астрономический союз, группа профессиональных астрономов отмечают, что BlueWalker 3 превышает этот лимит допустимой яркости в несколько раз. А это нешуточная угроза для наземной астрономии. Астрономы также обнаружили, что яркость BlueWalker 3 колебалась со временем в зависимости от угла, под которым он был направлен к Солнцу. Такие компании как AST SpaceMobile могут контролировать этот угол, поэтому они играют решающую роль в реализации того, чтобы спутник отражал минимальное количество света. Зато компании, выступающие против предоставления услуг непосредственно на смартфонах, уже предупреждают о грядущем световом загрязнении из космоса и возможных помехах в работе наземных сетей.

В заявлении представитель AST SpaceMobile сказал, что компания "сотрудничает с NASA и некоторыми рабочими группами по астрономии для разработки передовых отраслевых решений,

спутники, минуя наземные вышки сотовой связи. Разрешение действовало до 30 мая 2025 г. В компании рассчитывали подключить к тестированию услуги до 2000 абонентов. Согласно лицензии, компания сможет использовать частоты диапазонов V, S и UHF в космосе для поддержки операций шлюза и управления для своего космического корабля BlueBird.

FCC также заявила, что в интересах общественности надо начать развёртывание спутников AST с целью тестирования системы, способной обеспечить дополнительное покрытие из космоса. FCC также считает, что развёртывание пяти спутников позволит AST запросить разрешение на дальнейшее тестирование этой всё ещё развивающейся технологии.

Своим первым звонком через космос компания AST Space Mobile вошла в историю. Интересно, что SpaceX, также претендующая на этот спектр услуг и первой развернувшая группировку интернет-спутников связи, совершила свой первый звонок через космос позже. Примечательно, что SpaceX получила раз-

нее, у них будет антенна значительно большей площади.

В ближайшие несколько месяцев AST намерена провести ещё пять запусков спутников нового поколения BlueBird Block 2 с индексом FM1. Это будет ранний прототип массой почти 6 т (5830 кг), что примерно в десять раз тяжелее спутников Starlink V2 Mini. Серийные аппараты BlueBird V2 имеют массу 4210 кг благодаря использованию композитных материалов. Ранее компания SpaceX критиковала спутники AST SpaceMobile за их большую массу и связанную с этим угрозу увеличения объёма космического мусора. В AST SpaceMobile ответили, что каждый аппарат будет сведён с орбиты и сожжён в атмосфере после семи лет работы.

До конца текущего года она изготовит 40 спутников BlueBird второго поколения, а всего их станет более 50. Размер первоначальной группировки в AST не уточнили, но отметили, что для предоставления непостоянной услуги достаточно будет 25 аппаратов. Всего же в планах компании запустить 243 гигантских спутника до 2028 г., о чём она сообщила в своём отчёте для FCC.

Кстати, трамповские пошлыны ударили по компании AST SpaceMobile, как и по другим игрокам технологической отрасли. Если ранее один спутник стоил от 19 млн до 22 млн долл., то теперь производство и запуск аппарата обходятся уже в сумму до 23 млн.

Ниже приведены результаты деятельности AST SpaceMobile за первый квартал 2025 г. и планы на ближайшее будущее из опубликованного финансового отчёта компании.

Объявлен план запуска спутников на орбиту от нескольких провайдеров с пятью контрактными запусками в течение следующих нескольких месяцев:

Ожидаются орбитальные запуски в среднем каждые один-два месяца в течение 2025 и 2026 г.

Параллельно с производством 40 спутников Block 2 BlueBird и произведена закупка компонентов и материалов для более чем 50 спутников.

Ожидается, что в течение 2025 г. производство спутников достигнет 6 шт. в месяц, а производство фазированных антенных решёток достигнет этого показателя в третьем квартале текущего года.

Графики производства и орбитальных запусков поддерживают цели непрерывного покрытия сотовой широкополосной связью на ключевых рынках, таких как США, Европа, Япония и другие стратегические рынки в течение 2026 г.

Происходит наращивание деятельности в рамках ранее объявленного контракта с NASA на сумму 43 млн долл. и подписание нового контракта с Подразделением оборонных инноваций (DIU — Defense Innovation Unit) на сумму до 20 млн долл. для использования возможностей SpaceMobile с несколькими правительственными учреждениями США в поддержку правительственной связи на суше, море и в воздухе.

В первом квартале 2025 г. объём заказов шлюзового оборудования, необходимого для коммуникации с наземными сетями мобильной связи, у поставщиков оборудования составил 13,6 млн долл., при этом ожидается, что заказы шлюзового оборудования составят в среднем около 10 млн в квартал в течение 2025 г., что станет предпосылкой для развёртывания сервиса SpaceMobile.

Был успешно выполнен широкополосный видеозвонок, организованный Rakuten Mobile перед живой аудиторией с использованием обычных смартфонов в сети SpaceMobile с помощью спутника Block 1 BlueBird. Аналогичные видеозвонки были выполнены с сетями операторов AT&T, Vodafone и Verizon.

Заключено соглашение AST SpaceMobile о координации с Национальным научным фондом США в области спутниковой и наземной астрономии. Имеются хорошие перспективы для получения полных разрешений регулирующих органов на коммерческое обслуживание AST Space Mobile в США и Европе.

Подписаны окончательные соглашения AST SpaceMobile о долгосрочном доступе к премиальному нижнему среднечастотному спектру шириной до 45 МГц в США для приложений прямого подключения спутников к абонентским устройствам.

В общем, появившийся серьёзный (по своим намерениям) конкурент Starlink намерен добиться цели во что бы то ни стало. Что будет потом?

Потом сеть плотно охватит околоземное пространство, связь со смартфоном со спутником станет технически возможной для большей аудитории с предоставлением обширного пакета различных услуг мобильной связи, обитатели планеты при вынужденном к такому сервису (к хорошему быстро привыкают) и даже не будут задумываться о том, с помощью каких технических знаний и инженерных усилий всё это получается (4G/LTE — оно и в космосе 4G/LTE).

Возможно, очередное поколение "голубых птиц" начнёт предоставлять же услуги сетей связи 5G, а неутомимый Илон Маск

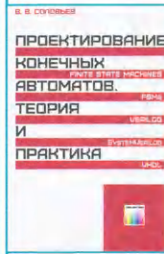
придумает что-нибудь новое, развернув аналогичную сеть вокруг Марса и Луны.

И есть не просто надежда, а даже уверенность, что и наши специалисты в стороне не останутся.

По материалам

<https://clck.ru/3M86L4>,
<https://clck.ru/3M86N6>

Вышла в свет новая книга



Соловьев В. В.

Проектирование конечных автоматов. Теория и практика. — М.: Горячая линия — Телеком, 2024. — 360 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1092-8.

Конечные автоматы (Finite State Machines — FSMs)

занимают важное место в разработке цифровой аппаратуры, поскольку в каждом устройстве их приходится проектировать всякий раз заново.

Показано место конечных автоматов в методике проектирования цифровых устройств. При этом внимание концентрируется на проблемах, с которыми сталкивается инженер при разработке устройств управления. Рассмотрены способы представления конечных автоматов, которые наиболее часто используются на практике. Освещена современная элементная база цифровых систем (CPLD, FPGA, SoC). Особое внимание уделено реализации конечных автоматов в программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС — FPGA). Дан обзор методов синтеза, реализованных в средствах проектирования (Quartus). Подробно рассмотрены стили и способы представления конечных автоматов на языках описания аппаратуры (Verilog, SystemVerilog, VHDL). Представлены популярные коды, используемые для кодирования состояний конечных автоматов. Особо отмечены моменты, когда используемое кодирование состояний конечного автомата не соответствует ожидаемому результату. Продемонстрировано использование значений входных и выходных переменных конечного автомата для кодирования состояний.

Излагаемый материал сопровождается большим количеством примеров, листингов кодов конечных автоматов и рисунков с результатами синтеза и моделирования.

Для специалистов в области разработки цифровых систем — инженеров-практиков, научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов соответствующих специальностей.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

Новый УВЧ-УПЧ

для приёмников

"Океан-209" и Selena

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

В статье предлагается описание нового радиотракта УВЧ-УПЧ для приёмника "Океан-209" и его экспортных вариантов Selena B-210—Selena B-212. Проведённая в своё время доработка заводского варианта радиотракта привела к тому, что после неё на заводской плате остались нетронутыми всего несколько резисторов, всё остальное было переделано, заменено, перемотано. Однако полное решение всех проблем на заводской печатной плате не было достигнуто из-за отсутствия хорошего общего провода. Поэтому автор решился на разработку новой схемы на новой печатной плате. При этом не была утеряна историческая привязка проекта к 1970-м годам, применены элементная база и удачные решения в приёмниках того времени. Это никак не помешало достичь высокого качества радиоприёма, и только ограниченное подавление зеркального канала приёма на частотах выше 10 МГц останется неисправимым моментом концепции приёмников серии "Океан" с одним преобразованием частоты в низкую ПЧ 465 кГц.

Обновлённый приёмник рассчитан на беззаботное радиослушание на диапазонах ДВ, СВ и КВ и убедительно опровергает плохую репутацию АМ-радиовещания. Искажения при приёме АМ остаются ниже шумов и при идеальном сигнале не превышают –46 дБ (0,5 %) при глубине модуляции 80 %. Высокое качество ЧМ-тракта с искажениями менее –50 дБ вернёт приёмник в повседневную эксплуатацию. Второе "долгое дыхание" этому приёмнику обеспечено, отсутствие стереофонии этому не мешает.

1. Введение

Проект обновлённого приёмника "Океан-209" с новой схемой радиотракта начал развиваться в конце 2018 г., и в первой версии 2019 г. он был успешно повторён разными энтузиастами качественного АМ-радиовещания, за их комментарии и предложения выражаю свою благодарность.

Предложенная схема по версии 2023 г. оставит мало нерешённых вопросов, только ограниченное подавление зеркального канала приёма на частотах выше 10 МГц можно назвать недостатком, и то, это начинается

проявляться лишь при работе с полноразмерной внешней антенной.

Когда шла разработка схемы, было немало пожеланий с просьбой о применении микросхем, в ожидании прогресса, качества и предсказуемости результата, простоты конструкции. По итогам тестов и расчётов в этот раз было решено отказаться от микросхем, с одной стороны, для сохранения исторической привязки "Океана-209" к середине 1970-х годов. С другой стороны, микросхемы в бытовой аппаратуре пошли в первую очередь для снижения себестоимости за счёт упрощения схем при терпимом

качестве конечного продукта. Последнее деликатно умалчивают и компенсируются в глазах покупателя "горой" не особо нужных дополнительных функций. Микросхемный вариант приёмника "Океан" был разработан позже в связи с обновлением приёмника "Океан-214".

Читателя и рукоятого радиолюбителя приглашают в интересное путешествие во времени в первую половину 1970-х годов. В эти годы родились приёмники "Океан-205" и "Океан-209", советская электронная промышленность освоила новые компоненты в серийном производстве — это был расцвет разработки транзисторных схем, которыми, не задумываясь, пользуются и сегодня. Этим проектом получим представление о заложенном в начале 1970-х годов качестве полупроводниковых изделий и полноценности концепции приёмников серии "Океан". Причины, которые в те годы препятствовали полной реализации, нам известны, и на этот раз построим приёмник без нелепых ущемлений и упущений.

С реализацией новой схемы главной платы для УВЧ и УПЧ достигнут уровень искажений уверенно ниже –46 дБ (0,5 %) в крайних режимах АМ-приёма, а типично ближе к –60 дБ искажения на слух объективно уже не заметить. По канальной селективности этот приёмник "играет" в высшей категории, применяются качественные пьезофильтры, и малый шум гетеродина не даст блокировать приём при большой сигнальной динамике. Радиотракт был разработан для обеспечения динамического диапазона (ДД) не менее 80 дБ, и это на порядок больше того, что сегодня можно приобрести из массового потока бытовых всеволновых приёмников.

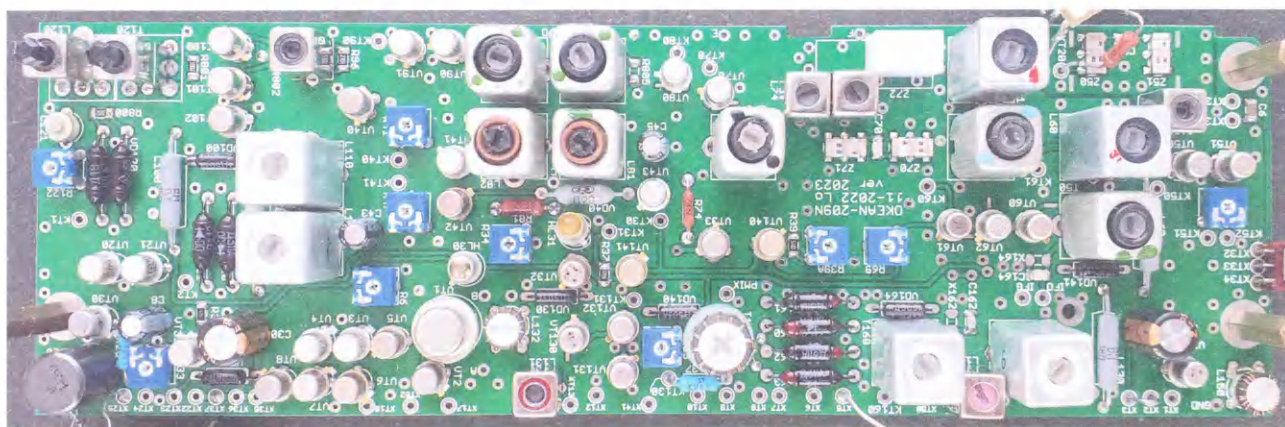


Рис. 1

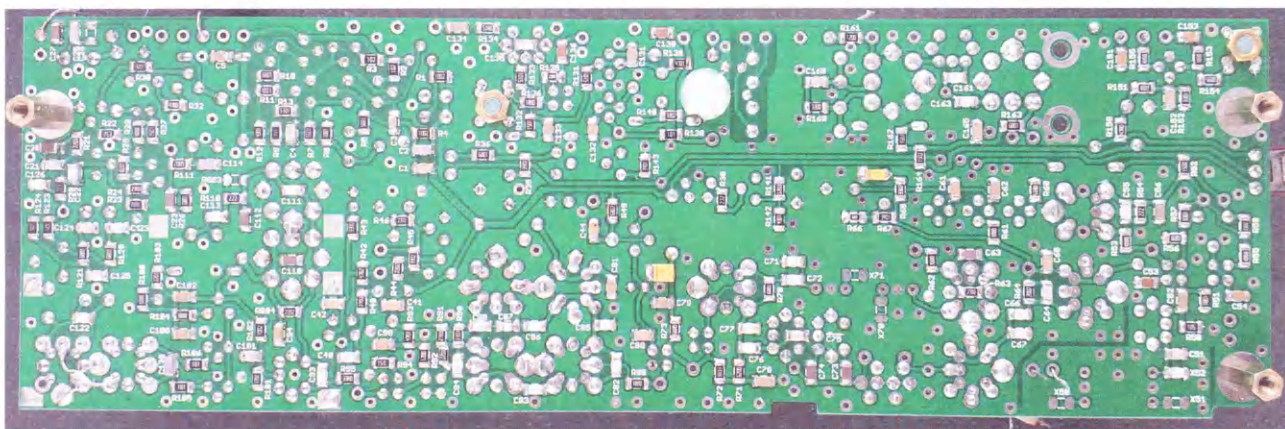


Рис. 2

Новая печатная плата УВЧ-УПЧ (главная плата) имеет те же габариты, что и заводская (рис. 1, рис. 2), но расположение контактных площадок было оптимизировано, поэтому не будет проводов подключения с лишними петлями и большой длиной.

Можно возразить, что в те годы не было пассивных компонентов для поверхностного монтажа (SMD), например типоразмера 1206. Однако вскрытие гибридных микросхем выпуска начала 1980-х годов показывает наличие SMD-компонентов, только не было принято их использовать на обычных печатных платах, это началось только в самом конце 1980-х. Сегодня стоимость SMD-резисторов и конденсаторов кратко меньше, чем у качественных выводных изделий, поэтому было принято решение применить в основном резисторы и конденсаторы в оформлении SMD.

В начале проекта не совсем было понятно, какая роль выпадает УКВ-тракту. Но как только появился в домашнем хозяйстве первый доработанный приёмник, исправный, в красивом корпусе, с безупречной настройкой, его быстро пристроили в быт. И

тогда стало понятно, что большую часть времени приёмник будет принимать УКВ-радиостанции. Поэтому для новой схемы ЧМ-тракт прошёл глубокую переработку для бескомпромиссного звучания, в результате получилась высшая категория и отсутствие стереофонии это совсем не портит. Существенно повлияло на это решение неожиданно высокое качество штатного УМЗЧ приёмника после его небольшой доработки [1].

Остался коварный вопрос от критиков, а зачем в наше время строить АМ-ЧМ-приёмник, да ещё высокой категории? Ответов нашлось несколько. Вопреки всем прогнозам из прошлого "о светлом будущем", АМ-станций до сих пор много в эфире, происходит их переформатирование, ушли громкие "рупоры", появилось много частных станций. И даже в РФ наблюдается некоторый новый интерес к радиовещанию на СВ и КВ. Непростой задачей оказалось покрывать огромные просторы РФ на УКВ, и новомодные варианты DAB не улучшают ситуацию по этой части, отчасти даже ухудшается приём и покрытие территории. Применение DRM на СВ и

КВ не показало высокую стойкость к типичным явлениям при распространении радиоволн, особо это подвело при дальнем приёме. Когда классическая АМ при слабом уровне проходит с запасом разборчиво, то с DRM часто бывает, что приёмник "упёрто" молчит либо выдаёт аудиосигнал раздражающим образом кусками и с пробелами. Замена аналоговой ЧМ на цифровое DAB тоже идёт с большим скрипом на сельских просторах не только в РФ. Если в городской застройке удалось применением DAB устранить проблему лучевого приёма, то особенно за городом останутся зоны без покрытия, где ранее радиовещание с ЧМ обеспечивало стабильный приём. Достойные АМ-ЧМ-приёмники высокого качества из прошлого века требуют капитального восстановления и налаживания, без труда, опыта, инструмента и экзотических запчастей не обойтись. Затраты значительные, да и результат восстановления может не понравиться. А новые приёмники от азиатских изготовителей также без глубоких доработок не тянут на высокий класс, и ранее мы это показали на примере Tecsun S-2000 и

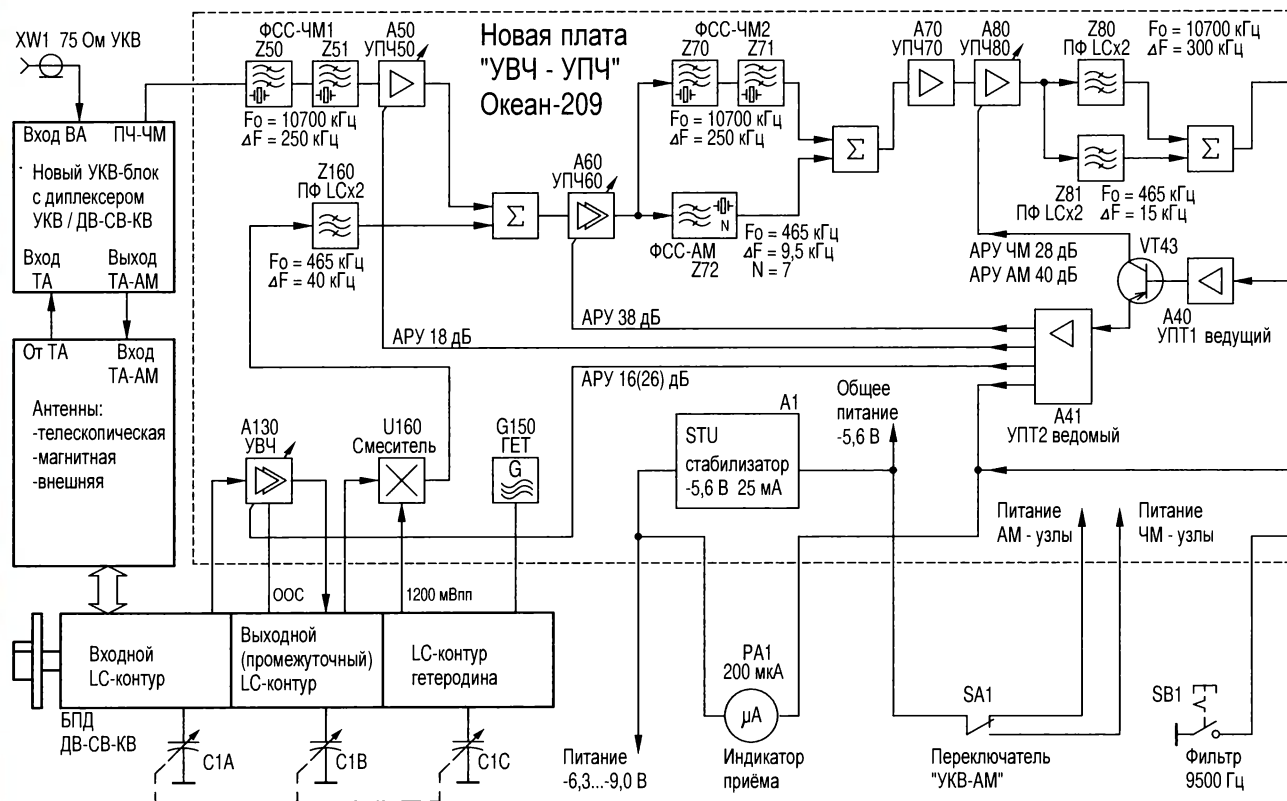


Рис. 3

PL-660 [2, 3]. С тех пор ситуация стала только хуже. Применение DSP в бытовых всеволновых приёмниках не дало улучшения качества, это очередной момент в удешевлении производства, и большой потенциал цифровой обработки сигнала проходит мимо пользователя, наглядным примером этому служит приёмник PL-880. Также успешный отечественный проект "Малахит" в области SDR показывает, что создание приёмника высшей категории по всем эксплуатационным параметрам без затрат и значительной себестоимости не осуществить и одной цифровой обработкой задачу не решить.

Предложенный проект радиовещательного приёмника решает дилемму между нашими высокими требованиями и отсутствием готовых хороших приёмников в продаже. И в конце концов, кто не мечтал о радиоприёмнике, изготовленном своими руками? Отчасти это осталось неисполненной мечтой детства. На этот раз сошлись схема высокой категории и солидная "железная" оболочка для создания приличного приёмника, который получает добро от домохозяйки находится в любом месте квартиры. Мало того, с этим приёмником с низким энергопотреблением получим верного спутника

для выезда на природу, на дачу, чтобы наслаждаться дальним радиоприёмом без помех, с хорошей акустикой, длительной автономной работой на неделю или две от одной зарядки аккумуляторов. Для хорошего приёма вполне достаточно встроенной антенны. В полной комплектации приёмника с новым радиотрактом можно для всех видов приёма подключать внешние антенны.

Этот проект по силам радиолюбителю, который знаком с методами измерения АЧХ, усиления, искажений, оценкой рабочего режима транзистора по постоянному току, не боится мотать ВЧ-индуктивности и паять SMD-элементы типоразмеров 1206 или 0805 (на выбор). По опыту, реализация проекта возможна при наличии измерительного парка, состоящего из осциллографа с частотой до 20 МГц с щупами 10:1/60 МГц/15 пФ, измерителя АЧХ с диапазоном не менее 40 дБ на частотах 465 кГц и 10700 кГц, ВЧ-генератора с диапазоном частот 0,1...12(18) МГц с АМ и ЧМ модуляцией, LC-измерителя с пределом измерения от 0,01 мкГн и 0,1 пФ при частоте от 10 кГц (лучше при 100 кГц), мультиметра с функцией диодного тестера и измерения коэффициента передачи тока биполярных транзисторов (h_{213}).

Примерно 120 ч увлечённой работы нужно для полного налаживания нового УВЧ-УПЧ и его монтажа в ранее восстановленный приёмник [4]. Разумеется, в приёмнике предварительно следует упорядочить работу БП и УНЧ/УМЗЧ, навести общий порядок в механической конструкции. Установка других узлов, таких как антенный модуль и новый УКВ-блок [5], а потом новые планки диапазонов (ПД), светодиодное освещение шкалы будет иметь смысл после установки предложенной новой главной платы. Красивый корпус подчёркивает эксклюзивность обновлённого приёмника.

Общие параметры нового радиотракта обещают долгую и комфортную эксплуатацию обновлённого приёмника. Важными показателями являются:

- напряжение питания в интервале 6,3...9,6 В позволит применить Ni-Mh или Li-Ion-аккумуляторы без деградации параметров радиоприёма;
- ток потребления радиотракта — не более 20 мА;
- налаженный приёмник в целом потребляет 40...50 мА при малой громкости. А это около 150 ч работы от одной зарядки аккумуляторов;
- при приёме УКВ-ЧМ обеспечены искажения не более -50 дБ, типично -60 дБ, и для

Эти параметры были подобраны для эксплуатации приёмника в современных условиях, и не требуется от пользователя глубоких знаний в радиотехнике.

2. Структурная схема

Концепция двухчастотного УПЧ (АМ+ЧМ) успешно применялась в ламповых приёмниках, и она позволит экономить не только усилительные приборы, но ещё и уменьшить габаритные размеры и массу. При использовании усилительных каскадов на нескольких транзисторах достигается качество хороших ВЧ-пентодов, и эта старая проверенная временем концепция стала снова осуществимой. Применение ПЧ-фильтров с сосредоточенной селекцией (ФСС) позволит с высокой вероятностью защитить УПЧ от перегрузки. Структурная схема новой платы УВЧ-УПЧ показана на рис. 3, в левой части указаны остальные ВЧ-узлы приёмника и их взаимосвязь.

2.1. Питание и переключение режимов АМ и УКВ (ЧМ)

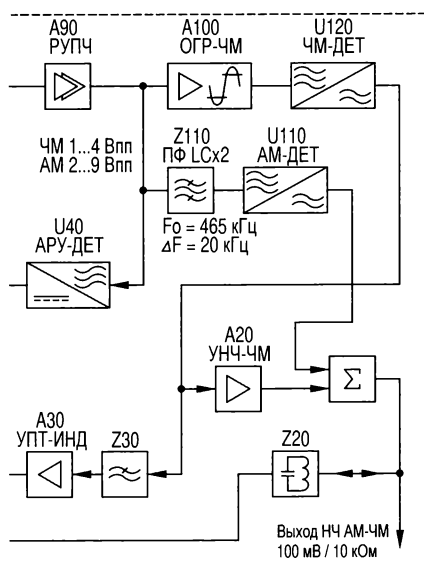
Общее напряжение питания приёмника 6,3...9,6 В поступает на стабилизатор А1, и в нём вырабатывается высокостабильное напряжение 5,6 В для всех сигнальных узлов, в том числе для УКВ-блока. Приёмник начинает с удовлетворительным ка-

чеством работать при напряжении более 5 В от аккумуляторов, и возможен аварийный приём при питании от Power bank. В барабанном переключателе диапазонов (БПД) заводская ДП УКВ-диапазона заменена восьмой ДП любого из АМ-диапазонов на выбор. Поэтому на передней панели приёмника появился дополнительный переключатель SA1 "УКВ-АМ" (рис. 4), с помощью которого коммутируется питающее напряжение для соответствующих узлов.

Необязательно устанавливать дополнительный тумблер, можно использовать один из кнопочных переключателей слева на панели, так как функция АПЧ больше не нужна, а в модуле освещения имеется автомат включения с фоторезистором, поэтому кнопка "Освещение" может освободиться. Однако одна кнопка требуется для включения НЧ-фильтра, а также неплохо бы иметь принудительное выключение освещения при работе от аккумуляторов. Всё-таки тумблер SA1 более логично поместить справа, вместе с элементами частотной настройки.

2.2. ЧМ-тракт

Ламповые УКВ-блоки на двух ламповых триодах и двухтранзисторные УКВ-блоки имели небольшое усиление, и поэтому на входе первого УПЧ не представлялось возможным устанавливать сложный ПЧ-фильтр с высокой канальной селективностью, а значит, со значительным затуханием. Это обстоятельство не менялось с внедрением УКВ-блоков на трёх транзисторах и даже при использовании двухзатворных ПТ, так как на коллекторе (стоке) импеданс невысокий и сделать качественный фильтр с узкой полосой и с малым затуханием затруднительно. К тому же до конца 1990-х годов серийно не выпускались твердотельные пьезокерамические фильтры (ПКФ) или фильтры на поверхностных акустических волнах с малым затуханием. В те годы редко можно было найти экземпляры ПКФ с малым затуханием и качественной формой АЧХ, удача распространялась на менее чем 3...5 % изделий. Поэтому мы даже в брендовой дорогой аппаратуре прошлого века найдём между УКВ-блоком (смесителем) и первым УПЧ в лучшем случае трёхконтурный LC-фильтр, но обычно установлен двухконтурный LC-фильтр. Это было оправданным решением в те годы, когда в эфире радиостанции обычно располагались через канал и не было проблемы с помехами из непосредственно соседнего канала по сетке 300(400) кГц.



слабых сигналов искажения останутся ниже шумового фона;

- при АМ-приёме искажения не более -46 дБ при АМ 80 % и типично -60 дБ при АМ 30 % — АМ 50 %, при слабых сигналах искажения останутся ниже шума;
- при ЧМ-приёме селективность к полноценному ЧМ-сигналу в соседнем канале при частотной сетке 300(400) кГц составляет более 60(80) дБ;
- селективность по соседнему каналу при АМ составляет не менее 70 дБ к несущей соседнего канала и к его мощному низкочастотному спектру модуляции до 1,5 кГц;

- опционально возможно установить активный смеситель в АМ-тракте с дополнительным ПЧ-фильтром, при этом селективность к соседнему каналу будет не менее 90 дБ;
- малый шум гетеродина (АМ и ЧМ) даст реализовать статическую АЧХ ПЧ-фильтров при полной сигнальной динамике;
- в новой концепции приёмника с антенным модулем предусмотрен АМ-приём от удалённых внешних антенн, в том числе активных антенн с питанием из приёмника (напряжение питания — 9 В, ток — до 30 мА);
- в новой концепции приёмника новые УКВ-блоки позволяют подключать внешнюю УКВ-антенну через кабель;

- высокая чувствительность при приёме АМ- и ЧМ-сигналов обеспечит полноценную работу со встроенной антенной, это удобно при выезде на природу при отсутствии местных помех;
- улучшенный индикатор настройки облегчит эксплуатацию случайному пользователю;
- корпус, освещение и акустика доработаны, и они отвечают высоким требованиям.



Рис. 4

В наше время ситуация в УКВ-эфире стала сложнее, даже если в районном центре местные вещательные УКВ-радиостанции "расставлены" с шагом 600...800 кГц, высока вероятность присутствия в эфире сигналов из соседних регионов в непосредственно соседнем канале. При этом эти дальние сигналы нас могут привлекать больше, чем местные, и, как на зло, приниматься с помехами.

С течением времени менялась схемотехника, ПКФ, транзисторы и микросхемы, и в наше время можно непосредственно на выходе УКВ-блока установить высокодобротный фильтр. Уже более 20 лет серийно производится ПКФ с малым затуханием (low loss series).

В итоге постепенно получилось так, что УКВ-блоки обладают хорошим усилением при малом уровне собственного шума и интермодуляции, а последующий сложный ФСС на основе ПКФ с малым затуханием не ухудшает системный шум, если первый УПЧ также имеет малый шум. Эти три выполняемые обстоятельства позволяют полностью пересмотреть концепцию УКВ-приёмников высокой категории и по лучшим традициям КВ-приёмников разместить сложный ФСС на входе УПЧ, этим перевести весь УПЧ в строго односигнальный режим. Собственно, в этом состоит суть всех новых схем в рамках проекта модернизации приёмника "Океан", и это можно применить для доработки многих других приёмников.

Так как УКВ-блок в модернизированном приёмнике не участвует в работе АРУ, а приём местных

нала размахом до 200...400 мВ в полосе пропускания ПЧ-фильтра (300 Ом), и новые УПЧ соответствуют этой динамике.

В новой схеме на входе УПЧ установлен очень качественный ФСС-ЧМ1, составленный из двух пьезофильтров Z50 и Z51. Этот ФСС подавляет непосредственно соседние каналы уверенно не менее чем на 46 дБ (сетка 400 кГц) и обеспечит для первых УПЧ-каскадов А50 и А60 практически односигнальный режим, поэтому АРУ в УПЧ всегда работает правильно. Первый УПЧ (А50) имеет малый собственный шум и небольшое усиление. Узел на А50 и А60 с суммарной глубиной АРУ до 56 дБ предоставит сигнал без перегрузок ко второму фильтру ФСС-ЧМ2, имеющему такую же конструкцию, как и ФСС-ЧМ1.

В результате на входе ФСС-ЧМ2 на Z70 и Z71 даже слабый полезный сигнал не подвержен воздействию от мощного соседнего сигнала, если не превышен ДД в УКВ-блоке. На выходе ФСС-ЧМ2 достигается полное подавление непосредственно соседних каналов, ЧМ-демодулятор работает в односигнальной обстановке. С учётом малошумящего гетеродина в УКВ-блоке возможен приём крайне слабых сигналов при наличии мощного соседнего сигнала местной радиостанции — это, наверное, яркое преимущество этого обновлённого приёмника перед большинством солидных брендовых приёмников высшей категории. На рис. 5 показана сквозная АЧХ (её верхней части) всего УПЧ до ограничителя А100 (участием ФСС-ЧМ1 и ФСС-ЧМ2). Маркеры 2 и 3 установлены на

полосы его модуляции. По этому параметру приёмник "сыграет" в высшей категории. Сигналы по стандартной сетке шагом 400 кГц подавлены более чем на 86 дБ, и к нему "нашёлся" соответствующий УКВ-блок с увеличенным ДД [5].

При сигнале от 4 мкВ до 400 мВ размахом (ДД — 100 дБ) на входе Z50 меняется общее усиление в А50 и А60 от +28 дБ до -30 дБ. На каскад А70 поступает сигнал с ДД 42 дБ при глубине АРУ в А80 28 дБ (при ЧМ). К ограничителю А100 останется ДД около 14 дБ при перестройке приёмника в городском УКВ-эфире. Ограничитель всегда оптимально работает с компрессией 12...26 дБ. Поэтому с таким ЧМ-УПЧ не нужна никакая АРУ в составе УКВ-блока, и приёмник всегда работает с минимальным системным шумом.

"Разгонный" УПЧ (РУПЧ) А90 обеспечит мощный размах сигнала напряжения (2...4 Впп) на активный ограничитель А100, который вырабатывает идеальные импульсы с компрессией синусоидального сигнала на 12...26 дБ, что равносильно подавлению остаточной паразитной АМ. Наличие качественного активного ограничителя существенно отличает новый тракт от заводской концепции многих транзисторных приёмников и позволит на 20...40 дБ снизить искажения до неслышимого уровня и "спрятать" фоновый шум под аудиосигналом.

ЧМ-демодулятор U120 построен строго симметрично, и на выходе образуется чистый аудиосигнал с искажениями ниже шума слабых сигналов, для мощных сигналов искажения подавлены до уровня -60...-70 дБ, гарантированно менее -50 дБ (0,3 %). С ЧМ-демодулятора аудиосигнал поступает на УНЧ-ЧМ А20 и через суммирующую матрицу из резисторов дальше на выход к блоку УМЗЧ.

2.3. АМ-тракт

В режиме АМ-приёма напряжение питания поступает на гетеродин (G150), УВЧ (A130) и при наличии опционального активного смесителя и на него. Выключаются УКВ-блок, А50 и А20, А30. К тому же АРУ в УПЧ А80 переключается на глубину регулировки до 40 дБ. Сигнал с антенны проходит через входной LC-контур с остро выраженной селективностью на принимаемой частоте ($Q > 30$) и находящийся на ДП в БПД. Далее сигнал поступает на УВЧ (A130), усиление которого можно устанавливать индивидуально на каждом диапазоне с помощью ООС и получить лучший компромисс между чувствительностью и линейностью. Выход-

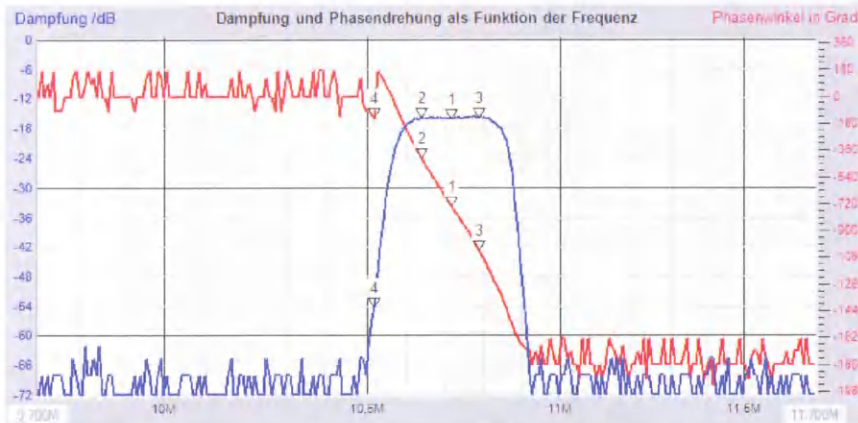


Рис. 5

и дальних радиостанций одинаково вероятен, на выходе УКВ-блока ожидаются сигналы в пределах сигнальной динамики УКВ-эфира — это около 90 дБ, и ещё эти сигналы усилены на 14...20 дБ в УКВ-блоке. Поэтому новые УКВ-блоки для этого приёмника рассчитаны на "выдачу" ПЧ-сиг-

на отстройку ± 75 кГц, маркер 4 — на отстройку -200 кГц, центральная частота полосы пропускания — 10715 кГц (маркер 1).

Несмотря на широкую полосу пропускания (250 кГц по уровню -3 дБ), затухание соседнего канала по сетке 300 кГц составляет более 50 дБ, это с учётом всей

ной контур УВЧ (в описаниях он называется промежуточным или коллекторным) существенно дополняет селективность на частоте приёма, так как может работать при высокой добротности. Двухконтурные УВЧ на КВ на частоте приёма 2...9...18 МГц при ПЧ = 465 кГц могут обеспечить подавление зеркального канала на 66...46...35 дБ, и это вполне достаточно для переносного радиовещательного приёмника. С доработанными заводскими ДП [6] на практике зеркальный канал не будет мешать при приёме с встроенной антенной. При работе с полноразмерными антеннами на частоте выше 10 МГц концепция с одним преобразованием частоты с ПЧ 465 кГц исчерпала свой потенциал.

От УВЧ радиосигнал по симметричной линии поступает на диодный балансный смеситель U160. Преобразованный сигнал на ПЧ проходит через двухконтурный LC-фильтр (Z160), имеющий умеренную селективность (полоса пропускания — 40 кГц) и очень малое затухание. Дальняя селективность фильтра Z160 — отличная, первый УПЧ A60 не забивается остатком гетеродинного сигнала — этот узел во всех подобных приёмниках является самым проблематичным и слабым местом. От смесителя U160 до входа A60 набирается затухание всего на 5,7 дБ (вместо 12 дБ в заводской схеме) с учётом разницы импеданса, и это достигается селективностью и улучшенной линейностью первого УПЧ. Вход УПЧ A60 рассчитан на мультисигнальную смесь размахом до 120 мВ (искажения менее -40 дБ), чтобы усилить 3...5 АМ-сигналов с большим уровнем без особо слышимых продуктов искажений.

В УПЧ A60 сигнал проходит обработку с помощью АРУ глубиной до 38 дБ при начальном усилении около 17 дБ от входа УПЧ A60 до входа УПЧ A70. Далее АМ-сигнал проходит ФСС-АМ (Z72) с полосой пропускания 9...10 кГц (типично 9,5 кГц по уровню -3 дБ). Для комфортного прослушивания радиостанций в условиях нынешнего АМ-радиоэфира такая полоса пропускания оптимальна. Здесь применён отечественный фильтр на семи резонаторах серии ФП1П1-60-02, у которого в серийном производстве качество лучше, чем у импортного популярного аналога серии CFW455H (или CFW455G).

УПЧ A70 при своём небольшом усилении 7...8 дБ на низкоомной нагрузке обеспечит хорошую развязку для стабильности АЧХ в ФСС. Последующий каскад УПЧ A80 является ведущим элементом в АРУ и имеет очень большое усиление благодаря нагрузке с

очень большим импедансом. Особенностью этого каскада на A70/A80 являются удачная взаимная компенсация искажений при больших сигналах и малый шум даже при глубоком действии АРУ, отсутствие обратной реакции на ФСС при большом усилении и глубокой АРУ в A80.

Двухконтурные LC-фильтры Z80 и Z81 между УПЧ A80 и A90 придают приёмнику изумительное, давно нами подзабытое качество, известное у хороших ламповых приёмников, — это крайне приятно сниженный широкополосный шум при демодуляции слабых сигналов. Эти антишумовые фильтры ещё отвечают за хорошую глобальную избирательность УПЧ на частоте 465 кГц в целом, добавляют 6...10 дБ селективности по соседнему каналу, подавляют побочные резонансы в ПКФ в ФСС-АМ в области частот 400...440 кГц. При ЧМ-приёме ограничитель, как и диодный демодулятор, не забиваются широкополосным шумом.

РУПЧ A90 нерегулируемый, он обеспечивает сигнал большим размахом для активного детектора АРУ (U40), а также для АМ-демодулятора U110 с двухконтурным LC-фильтром Z110. Активный детектор АРУ (U40) не искажает АМ-спектр и имеет настраиваемый порог срабатывания для точной работы АРУ. Аудиосигналы с выхода АМ и ЧМ трактов складываются в резистивном сумматоре, и затем сигналы с размахом до 100...150 мВ на нагрузке 10 кОм (регулятор громкости) поступают на УМЗЧ. НЧ-фильтр Z20 при подключении его кнопкой SB1 подавляет межканальный интерференционный свист частотой 9 кГц (СВ, ДВ) и 10 кГц (КВ) и уменьшит уровень белого шума при приёме очень слабых сигналов. На слабых сигналах при УКВ-приёме этот фильтр также полезен для подавления белого шума.

2.4. Система АРУ

Особенность этого приёмника — разветвлённая и прецизионно работающая система АРУ. Это было сделано на благо комфорта при "прогулке" по диапазонам. В отличие от магистральных и служебных приёмников, здесь АРУ работает мягко, инертно и оставит слегка ощутимый перепад по громкости на выходе, что приятно отразит разный уровень сигналов и передаст естественность радиоэфира. При этом отсутствует "нервозность" АРУ при воздействии импульсных помех и быстром фединге, в результате не наступает усталость слуха.

Основную роль в АРУ сыграет её центральная ведущая петля на усилителях A80 и A90, АРУ-демо-

дулятор U40 и усилителя A40 (УПТ1). При АМ-приёме эта ведущая петля отрабатывает 40 дБ регулировки, при ЧМ — около 28 дБ изменением усиления в A80. Система АРУ организована так, чтобы по итогу регулировки в ведущей петле постепенно с некоторым отрывом привлекается ведомая АРУ, начиная с уменьшения усиления в A60, максимумом на 38 дБ (80 раз). Усиление в A50 при ЧМ и в УВЧ A130 при АМ уменьшается только при значительном уровне сигнала. Эта выстроенная эстафетная работа обеспечит наилучшее соотношение С/Ш на выходе. Это стало возможно реализовать из-за линейной работы УВЧ, смесителя и первого УПЧ. В заводской схеме пришлось в ущерб С/Ш сначала уменьшать усиление в УВЧ и первом УПЧ, чтобы не перегрузить смеситель и первый УПЧ.

На АМ-демодулятор U110 поступает неискажённый полезный спектр принимаемого сигнала, демодулятор работает в односигнальном режиме и при оптимальном размахе по напряжению для диодов.

2.5. Индикатор настройки

При АМ-приёме индикатор работает в режиме S-meter, показывает природу сигнала убывающим током 200...0 мкА из A41 (УПТ2), к чему мы привыкли в заводском оригинале. Хорошо распределённая по тракту глубина АРУ обеспечивает примерно логарифмическую шкалу индикатора. Для очень слабых сигналов индикатор хорошо отзывается с самого начала. При слабых эфирных шумах от встроенных антенн имеется некоторое минимальное показание.

При ЧМ-приёме мало толку в индикации уровня сигнала, это никак не помогло бы правильно настроить приём. Куда важнее — это частотная настройка приёмника по центру ЧМ-спектра, что обычно в приёмниках выполняется автоматически с помощью АПЧ, которой в этой концепции приёмника нет и она не нужна при таком системном качестве. Сигнал ошибки частотной настройки поступает через ФНЧ Z30 на УПТ A30 для выработки тока 100 ± 75 мкА на индикатор. При ЧМ-приёме показание индикатора чётко по центру шкалы свидетельствует о правильной настройке.

С помощью этого индикатора можно проверить напряжение аккумуляторов. При АМ-приёме во время переключения диапазонов (полное отсутствие ПЧ-сигнала) стрелка не доходит до левого края шкалы, если напряжение аккумуляторов стало менее 6 В.

2.5. Активный смеситель (опционально)

При использовании большой антенны в условиях отсутствия местных помех образуется большая сигнальная динамика, которой не соответствует цепь из диодного смесителя U160, LC-фильтра Z160 и всего одного ФСС. Опциональный модуль с активным смесителем и дополнительным ФСС решает эти вопросы. Для приёма со встроенными антеннами или небольшими внешними антеннами базовая схема с диодным смесителем

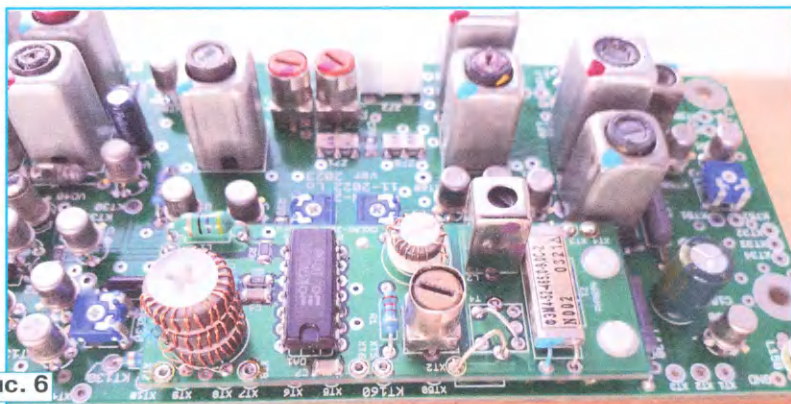


Рис. 6

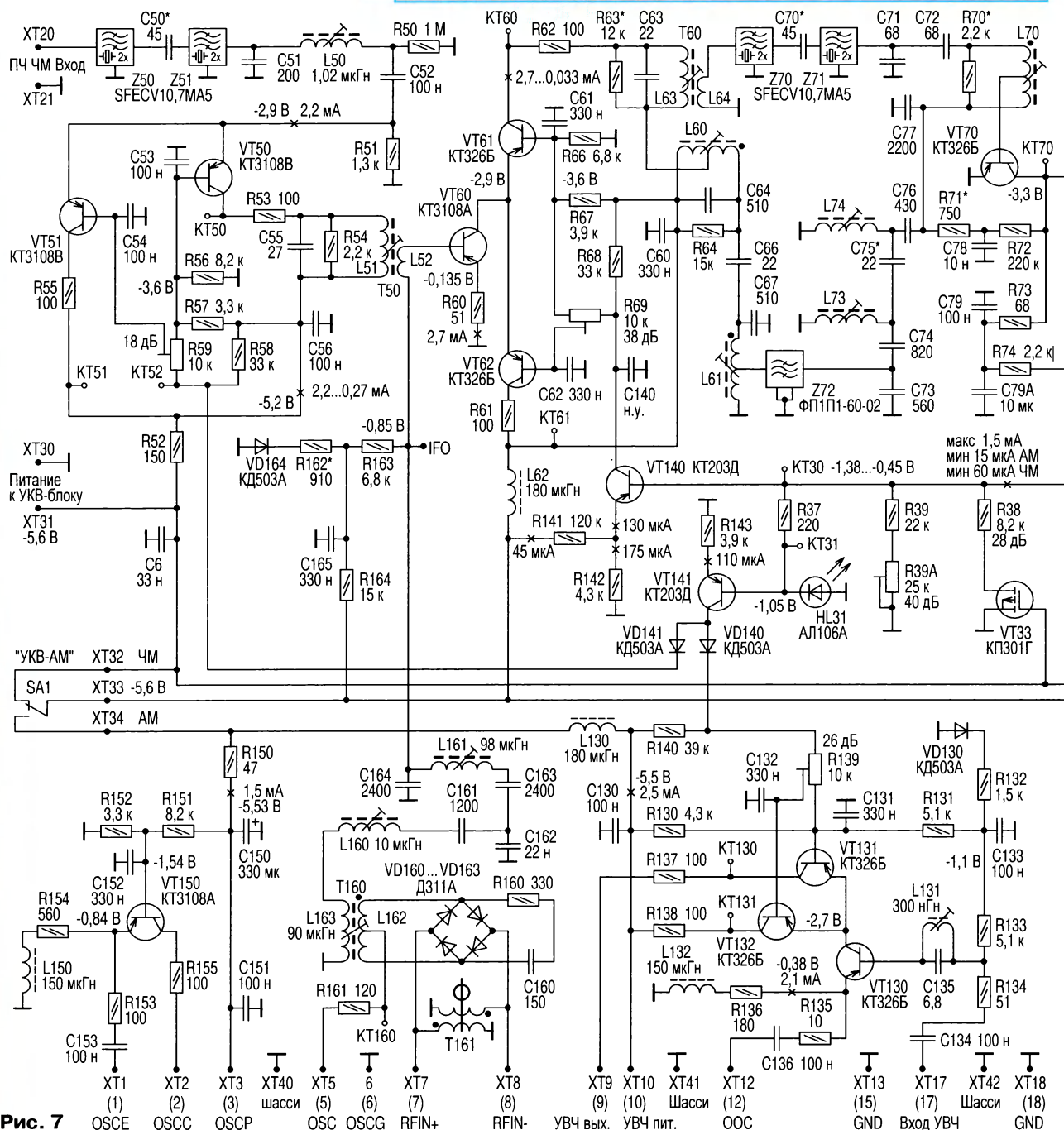


Рис. 7

составлена оптимально. Опциональный модуль устанавливается на печатной плате вместо компонентов диодного смесителя (рис. 6).

В этом варианте активного смесителя применён малогабаритный ЭМФ высокого качества серии ФЭМ4-52 с полосой пропускания 9 кГц, на этой же плате есть место для установки ПКФ серии ФП1П1-60-хх. Этот модуль вносит в тракт затухания на 3 дБ меньше, чем диодный смеситель, ток потребления — 2 мА. Показанный сложный входной

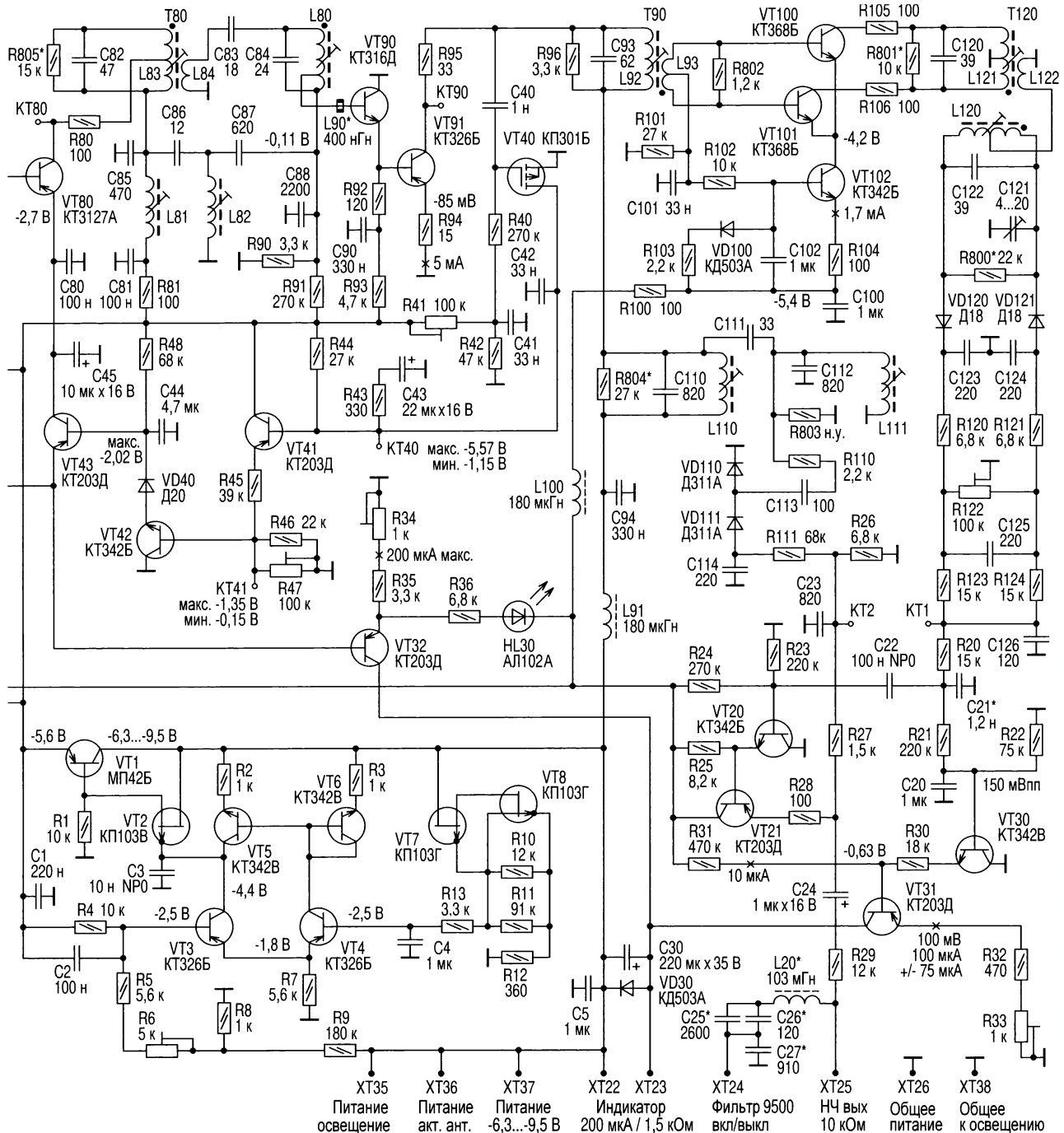
трансформатор составлен для лучшей линейности смесителя, есть решения и проще, об этом будет рассказано позднее. Следует отметить, что этот смеситель не решит проблему зеркального приёма на частотах выше 10 МГц.

3. Новый УПЧ-УВЧ

Схема нового УВЧ-УПЧ показана на рис. 7. Она составлена по традициям изначальной концепции приёмников "Океан", это легко разглядеть, изучив завод-

ские схемы. Основное отличие состоит в компоновке узлов и качестве их исполнения. Но были включены новшества в схему для получения эксклюзивного качества радиоприёма и аудиосигнала, подобное сложно найти даже в дорогой винтажной и новой аппаратуре.

Применены исключительно транзисторы и полупроводниковые диоды, широкодоступные в 1980-х годах, разработанные в середине и начале 1970-х годов и доступные до сих пор. В наше время для серьёзных продавцов



не проблема, и уже вошло в норму, проверить "антикварные" изделия на исправность и соответствие параметрам, и обычно продаются эти компоненты с хорошим качеством, что раньше было не всегда и рождало мифы и предвзятость. Все каскады рассчитаны на полупроводники среднего типового качества, согласно документации. Можно применить более дешёвые полупроводники в пластмассовом корпусе, если их электрические параметры соответствуют требованиям.

Индуктивные компоненты можно на большей части использовать из заводской платы, частично их модифицировав. Остальные катушки переменной индуктивности (КПИ) и дроссели доступны на прилавках, как и ПКФ. В статье указаны товарные коды магазина www.quartz1.com в Москве. В случае их модификации или полной переделки следует описание таких процедур.

3.1. Вспомогательные узлы

В этом приёмнике систему АРУ по сложности никак нельзя считать вспомогательной, она комплексная и принципиально определяет качество всего радиотракта.

3.1.1. Стабилизатор напряжения питания

Линия питания напряжением $-6,3...-9,6$ В распределяет питающее напряжение на модуль освещения (контакт ХТ35), на антенный модуль и для питания внешней активной антенны (ХТ36). Напряжение поступает на контакт ХТ37 и общий провод, подключённый к контакту ХТ26 от точки общего заземления БП и УМЗЧ, что устраняет наводки на вход УМЗЧ.

Радиотракт в режиме АМ потребляет ток $16...18$ мА, в режиме ЧМ — $17...21$ мА с учётом универсального УКВ-блока ($3...4$ мА) [7]. Новый УКВ-блок с расширенным динамическим диапазоном потребляет ток $6...7$ мА. Стабилизатор напряжения вырабатывает напряжение $-5,6$ В с высокой абсолютной стабильностью и малым шумом, полная работоспособность наступает при входном напряжении питания более $-6,3$ В на клемме ХТ37, и это позволяет использовать в приёмнике различные современные аккумуляторы.

В те годы разработчики аппаратуры с автономным питанием всегда мучились с выбором источника образцового напряже-

ния. Это был странный провал в отечественной элементной базе, и только с появлением ИМС серии К142ЕН19 в начале 1990-х годов он был кое-как исправлен. В распоряжении не было маломощных образцовых источников напряжения, поэтому отечественная аппаратура того времени "сжигала" большую долю энергии на стабилитронах при значительных токах. В предложенной схеме образцовое напряжение стабилизатора формируется полевым транзистором с управляющим р-п переходом (р-JFET) VT8 серии КП103В (отчасти подходит и КП103Г). Используется особый рабочий режим температурной стабильности, характерный для JFET с относительно длинной передаточной ВАХ и умеренной крутизной. На рис. 8 показана передаточная ВАХ, которая для р-JFET и n-JFET отличается только разной полярностью.

ВАХ у этого транзистора JFET имеет индивидуальную термостабильную точку, которая устанавливается подборкой идеального сопротивления резистора R.

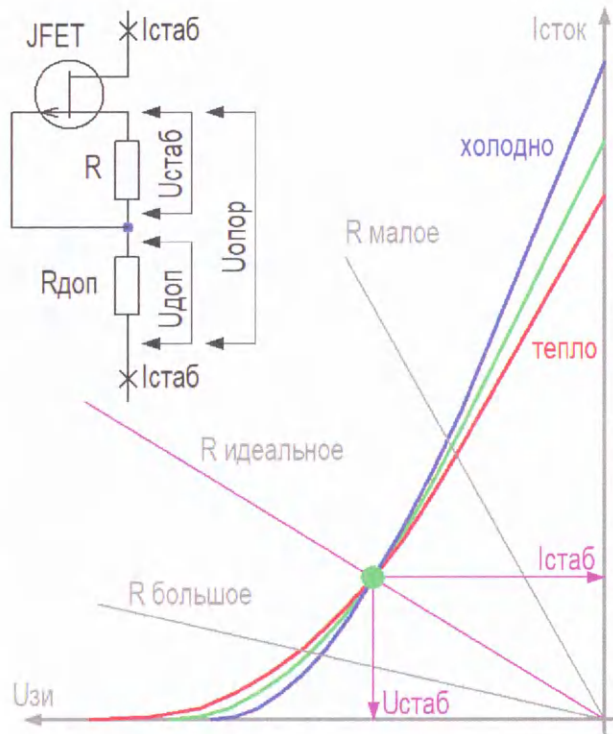


Рис. 8

Если сопротивление слишком мало, ток и напряжение на нём при нагреве уменьшаются. Слишком большое сопротивление при нагреве вызывает увеличение тока и напряжения. Так как ток стабилизирован при изменении температуры, можно с помощью $R_{доп}$ увеличивать образцовое напряжение либо вместо резистора R установить делитель напряжения для его уменьшения.

Для транзисторов КП103В и КП103Г этот термостабильный режим реализуется при напряжении затвор—исток $+1,3...+2,2$ В при токе стока $0,2...0,4$ мА, значения индивидуальны для каждого экземпляра.

Однако термостабильный режим имеет некоторую зависимость от напряжения сток—исток. Транзистор VT7 получает термостабильный ток от транзистора VT8, и если транзисторы имеют одинаковые ВАХ, то напряжение для транзистора VT8 в ответ остаётся стабильным, и такой каскодный опорный источник имеет высокое подавление пульсаций питающего напряжения. В идеале транзисторы VT7 и VT8 должны совпадать по $I_{уст}$, другие параметры ВАХ тогда не особо критичны. В разумной мере этот вариант позволит учесть ТКС резистора R и получить идеальную термостабильность всего узла в очень широком температурном интервале.

Термостабильный режим устанавливает индивидуально подборкой резистора R10 (грубо) и резистора R11 (точно), падение напряжения на резисторе R12 обеспечит целевое значение $-2,5$ В на ФНЧ R13C4 и на базе транзистора VT4. Бесшумное образцовое напряжение подаётся на узел сравнения на транзисторах VT3, VT4, который сравнивает его с выходным напряжением. Через конденсатор C2 НЧ-шумы и НЧ-помехи с выходной линии питания поступают на узел сравнения, где в полной мере компенсируются до шума этих двух транзисторов, идеальное улучшение составляет 6 дБ. Питание ВЧ-узлов с малым шумом упростило в тракте требования к фильтрации и блокировке, а долгосрочная стабильность улучшает частотную настройку аналогового приёмника с LC-гетеродином.

Токовое зеркало на транзисторах VT5, VT6 создаёт для транзистора VT3 нагрузку с очень высоким динамическим сопротивлением, в результате получено большое усиление в петле ООС. Конденсатор C3 подавляет ВЧ-шум и самовозбуждение, однако лишняя его ёмкость ухудшает реакцию стабилизатора на возмущения. Тут важно качество конденсатора, керамика NP0 выручит во избежание диэлектрического гистерезиса и нестабильности ООС.

Транзистор VT2 служит для смещения уровня напряжения на 1,2...2,2 В (не критично) и стыкует транзистор VT1 с транзистором VT3, оставив для транзистора VT5 достаточно напряжения для обеспечения высокого динамического сопротивления. Так как транзисторы VT1 и VT2 включены как повторители напряжения, их шумовое напряжение компенсируется в работе транзисторов VT3, VT4 и почти не влияет на качество выходного напряжения стабилизатора. Микросхемные стабилизаторы типа LDO с выходным транзистором, включённым по схеме с ОЭ или с ОИ, по этой причине вносят на порядок больше шумов.

Образцовый источник напряжения запитан напрямую от входного напряжения с допустимым перепадом более 3,3 В, при этом на выходе стабилизатора возникает перепад около 20 мВ. С помощью резистивного делителя R8R9 получено полное подавление низкочастотных перепадов выходного напряжения при пульсациях входного. Подобное случается при "слабых" аккумуляторах и большой громкости, подавление можно наладить до 70...80 дБ на частотах до 200 Гц (бас и речевые пики), тогда не будет частотного дрейбзга гетеродина в ритме аудиосигнала.

Собственное потребление стабилизатора составляет около 1 мА, при таком качестве среди микросхем подобное найти сложно. Если транзистор VT1 подобрать с особо малым обратным током коллектора, можно резистор R1 исключить и установить резистор сопротивлением

680 Ом между его базой и эмиттером и тем самым ток потребления стабилизатора снизить до 0,5 мА, так как ток через новый резистор вливается в ток нагрузки. При питании от двух последовательно соединённых Li-Ion-аккумуляторов на месте транзистора VT1 можно применить кремниевый транзистор (КТ313Б с малым током утечки), так как при штатном режиме аккумуляторов напряжение не опустится ниже 6,6 В.

3.1.2. Переключатель питания АМ/ЧМ

Переключение АМ-ЧМ осуществляется переключателем SA1, подключённым к клеммам XT32—XT34. Так как в радиотракте нет конденсаторов с большими ёмкостями, переключатель может быть любым слаботочным, лишь бы был красивым и по диаметру не более 12 мм, хорошо подходит изделие П1Т3 с красивой накладной гайкой.

3.1.3. Коммутатор НЧ-сигналов

Буферный УНЧ-ЧМ (A20) на транзисторах VT20, VT21 получает питающее напряжение только при приёме ЧМ. Он обеспечивает ЧМ-демодулятору высокий импеданс, что важно для линейной демодуляции. Комплементарные транзисторы работают примерно с одинаковыми токами покоя и нагрузками на эмиттерах, чем искажения компенсируются и остаются явно ниже -80 дБ при полном размахе сигнала 600 мВ.

Резисторы R27, R28 и транзистор VT21 обеспечивают на КТ2

низкий импеданс при ЧМ, что важно при приёме слабого ЧМ-сигнала, ещё без действия АРУ. В таком случае АМ-демодулятор может вырабатывать существенные шумовые помехи, которые подавляются при условии $(R26+R27) \gg R28$, при этом существенное обратное напряжение на диодах VD110, VD111 препятствует проникновению помех.

В режиме АМ выключается питание для A20 и транзистор VT21 ведёт себя как обратно смещённый диод и никак не влияет на сигнал от АМ-демодулятора. На выходе (XT25) непосредственно подключён регулятор громкости, в заводском варианте он сопротивлением 10 кОм, при его замене можно установить резистор сопротивлением 10...33 кОм.

3.1.4. Режекторный фильтр 9500 Гц

Современные АМ-передатчики качественно модулируют несущую сигналами вплоть до частоты 4,5...5 кГц. Бывает, идут радиопередачи с модуляцией до 7...10 кГц (широкополосная АМ). Поэтому целесообразно установить в АМ-УПЧ канальный фильтр (ФСС) с полосой пропускания не менее 7,5 кГц, тогда можно принять одну боковую полосу с несущей. Полоса ФСС шириной 9...10 кГц обеспечит лучший комфорт при радиопрослушивании, поскольку в наше время нет того густо заполненного эфира как 1980-х годах. Однако, если АМ-сигналы размещены с шагом 9 кГц или 10 кГц, то при плавной перестройке радиоприёмника на короткий промежуток времени в полосу пропускания попадают несущие соседних каналов, и на выходе приёмника появляется неприятный громкий свист с частотой 9 или 10 кГц.

НЧ-фильтр L20C25C26 (и C27) подавляет межканальный свист с этими частотами 9 кГц и 10 кГц на диапазонах ДВ, СВ и КВ. Шумовой спектр выходного сигнала АМ-демодулятора в диапазоне 0...25 кГц показан на рис. 9. Виден провал 20 дБ на частоте 9 кГц и 18 дБ на частоте 10 кГц. К тому же этот фильтр при слабых АМ и ЧМ сигналах существенно снизит надоедливый высокочастотный шум, без ущерба разборчивости аудиосигнала, его частота среза составляет 6 кГц, и голосовые радиопередачи на УКВ-ЧМ станут приятно бесшумными, без заметного влияния на тембр.

В отключённом состоянии в этом фильтре задействован только конденсатор C27, и с его помощью обеспечивается дополнительное подавление сигнала пилот-тона частотой 19 кГц, что разгружает УЗЧ. На рис. 10 показан аудиоспектр при приёме слабого ЧМ-сигнала (размах

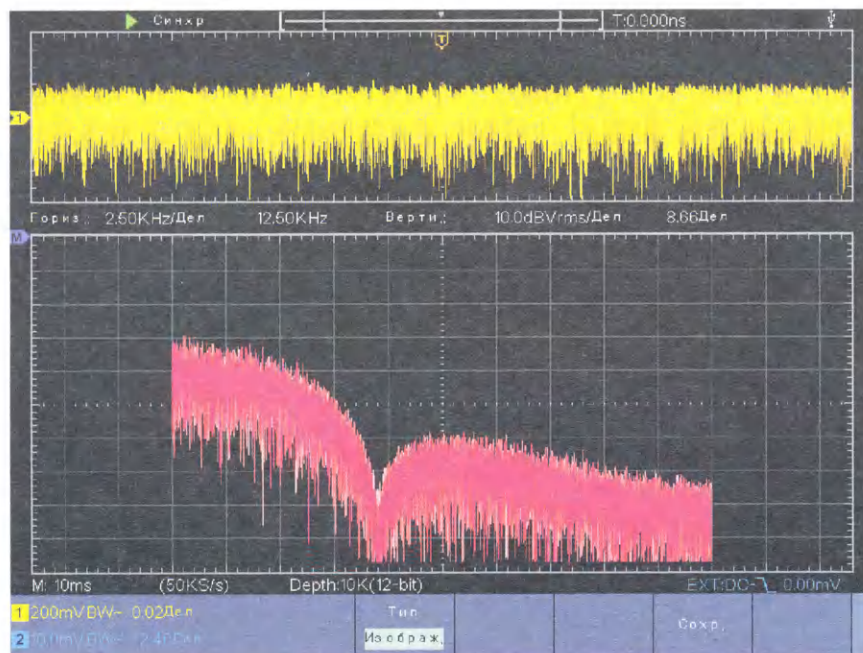


Рис.9

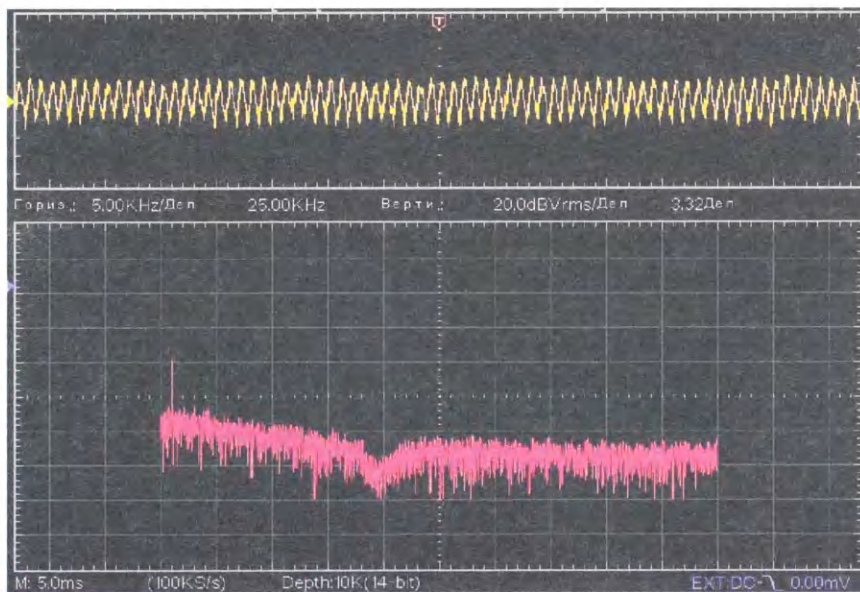


Рис. 10

на входе — 10 мкВ) с частотой 1 кГц, хорошо виден провал уровня шумов примерно на 12 дБ на частоте 19 кГц.

На звуковые частоты ниже 15 кГц этот фильтр не влияет, да и встроенная динамическая головка сигналы с частотами выше 11 кГц воспроизводит уже плохо. От настройки этого LC-фильтра на частоту 5 кГц при КВ-приёме стоит отказаться, не хватает добротности катушке индуктивности. Эту задачу эффективнее решать активным фильтром на ОУ в составе некоторого нового УЗЧ. Ферритовый материал для катушки L20 должен быть высокочастотным, без электропроводимости, подходят ферриты М600НН и М1000НН для обеспечения выраженной добротности не менее восьми на частоте 10 кГц.

3.1.5. Индикатор настройки

Для индикации настройки применён заводской (штатный) стрелочный индикатор с током полного отклонения 200 мкА и сопротивлением рамки 1,5 кОм. При приёме АМ ток через резистор R31 не протекает, поэтому нет тока через транзистор VT31 и индикатор. Транзистор VT32 управляет сигналом из узла АРУ, при росте уровня АМ-радиосигнала на его базу поступает убывающее напряжение АРУ в интервале 1,45...0,45 В, и через индикатор протекает убывающий ток 200...0 мкА. Резистором R34 устанавливаются максимальные показания при отсутствии радиосигнала, — ток 200 мкА. Это косвенно служит проверке напряжения питания, если стабилизатор выдаст менее 5,6 В, снизится ток, и стрелка при отсутствии

сигнала не дойдёт до левого края шкалы.

При приёме ЧМ током через элементы HL30, R36 выключается транзистор VT32, работа АРУ при этом не нарушается. Через резистор R31 протекает ток покоя (10 мкА), и ток через индикатор зависит от взаимодействия транзисторов VT30 и VT31. Если настройка на ЧМ-сигнал оказалась не по центру АЧХ/ФЧХ ПЧ-тракта, на контакте КТ1 появляется постоянное напряжение ошибки вплоть до ± 300 мВ, которое в заводской схеме использовалось для АПЧ. Резистивный делитель R21R22 уменьшает это напряжение, и на базу транзистора VT30 поступает сигнал ошибки до ± 75 мВ. Резистор R30 обеспечивает смещение сигнала на 100 мВ, который поступает на резисторы R32, R33, и через индикатор протекает термостабильный ток 100 мкА при отсутствии радиосигнала или точной настройке, тогда индикатор выдаст среднее показание по центру шкалы. При отклонении настройки ток в пределах ± 75 мкА даст отклонение индикации почти на всю шкалу. Если не устраивает направление показаний, можно переустановить диоды в демодуляторе. Конденсатор C20 подавляет сигналы ЗЧ, и далее обрабатывается только постоянная составляющая.

Параллельно со стрелочным индикатором установлен конденсатор C30 большой ёмкости, который дополнительно замедлит и усреднит показания. Но куда важнее, что он при транспортировке приёмника предотвращает вредные резкие движения стрелки от внешней вибрации или лёгких ударов. От этого динамического короткого замыкания сра-

ботает магнитный тормоз, и это продлевает срок службы механизма. Диод VD30 срабатывает при обрыве проводов индикатора или при его повреждении и удержит VT31 и VT32 в рабочем режиме, чтобы они лишним током базы не вредили нормальной работе тракта. В штатной работе диод не повлияет на показание, так как напряжение на индикаторе не превышает 300 мВ.

3.2. Радиотракт ЧМ

Радиотракт для ЧМ-сигнала начинается с УКВ-блока, его новые варианты разной категории были ранее представлены в [5, 7]. На новой главной плате был исключён антенный диплексер, который был перемещён в новые УКВ-блоки. Установка новой главной платы УВЧ-УПЧ подразумевает также установку нового УКВ-блока.

3.2.1. ФСС-ЧМ1 и ФСС-ЧМ2

Новый УПЧ для ЧМ-сигналов работает на частоте 10700 кГц, точная частота зависит от используемых ПКФ. В первую очередь высокое качество этого УПЧ обеспечено двумя одинаковыми ФСС, но они отличаются способом их стыковки с усилительными каскадами.

Стыковать два ПКФ — идея не новая, такие решения появились в начале 1980-х годов и даже появились ПКФ с тремя или четырьмя резонаторами в длинном корпусе с четырьмя выводами. Такие фильтры, несмотря на хорошую канальную селективность, не имели качественной АЧХ и ФЧХ для полезного сигнала. В итоге эти ПКФ исчезли из аппаратуры. Есть современные автомобильные приёмники, в которых обновили это решение сборки из двух ПКФ, и снова сделано неправильно, не были учтены проблемы линейности ФЧХ и паразитной АМ.

На удивление, вся проблема решается установкой одного подборного конденсатора (C50, C70), который обеспечивает оптимальную связь между резонаторами. Стыковочный конденсатор C50 для других серий ПКФ может иметь другую ёмкость. Возможно, потребуется установка параллельного согласующего конденсатора, эти варианты на печатной плате учтены, так же, как и дополнительные параллельные конденсаторы у входа и выхода. Особенно старые серии ПКФ более правильно работают в паре с параллельными конденсаторами. АЧХ такой сборки двух ПКФ с полосой пропускания 280 кГц показана на рис. 11. Согласование сделано на 300 Ом, и лёгкая дуга вершины АЧХ даст компромиссно удовлетворитель-

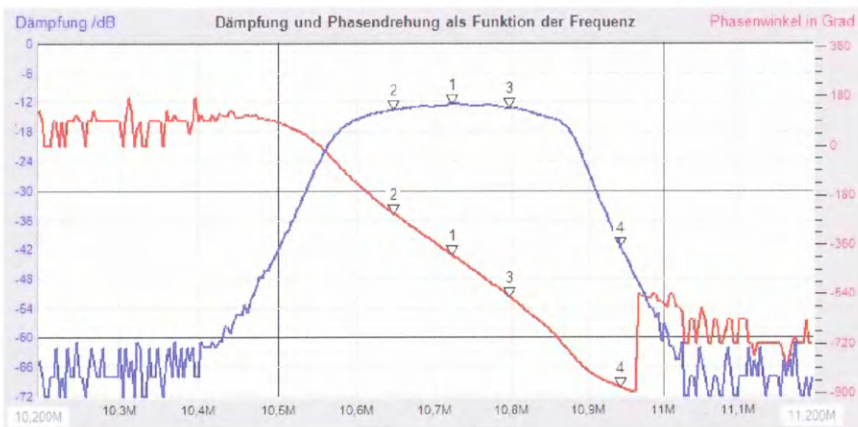


Рис. 11

ную линейность ФЧХ при в полосе частот ± 75 кГц (маркеры 2 и 3).

Применение двух современных SMD ПКФ серий "low loss" с полосой пропускания 280 кГц обеспечит затухание всего 5...7 дБ (типично 6 дБ). Для таких же ПКФ с полосой пропускания 230 кГц затухание сборки составляет 7...8 дБ, хорошие ПКФ полосой 180 кГц дают в сборке 10...11 дБ. Старые ПКФ из 1980-х годов с полосой пропускания 230...280 кГц дают в сборке затухание 13...10 дБ, редко (менее 5 %) можно найти экземпляры с затуханием сборки 8...9 дБ. Поэтому можно считать, что такой проект был реализуемым ещё 40 лет назад в эксклюзивном случае. На рис. 12 показана АЧХ сборки отечественных ПКФ с полосой пропускания 235 кГц, как раз хорошего качества.

Хорошо видно, что применение более узкополосных ПКФ мало что даст по подавлению

соседнего канала, так как эти ПКФ имеют резонаторы того же качества (добротность), отличие состоит в связи между резонаторами. Поэтому по уровню -40...-60 дБ полоса пропускания у всех ПКФ примерно одинаковая. Применение узкополосного фильтра имеет смысл только для решения проблем с близкими помехами и когда разница между уровнями сигнала и помехи мала. С узкополосными ПКФ сложно или невозможно наладить плоскую вершину АЧХ, нужны большие параллельные конденсаторы ёмкостью 47...150 пФ. Эти узкополосные сборки приемлемы только в радиотракте с хорошим многокаскадным ограничителем на микросхеме.

ПКФ с малым затуханием из-за высокой добротности резонаторов дают возможность с помощью изменения сопротивления нагрузкой корректировать АЧХ, и впоследствии ФЧХ выстраивается правильным образом. Со старыми сериями ПКФ это почти не

удастся наладить, и поэтому даже приёмник Grundig RR-1140 показывает только посредственное качество УКВ-приёма, которое не "докрутить" с заводской компоновкой. Нужно отметить, что линейный монотонный наклон ФЧХ означает, что все сигналы внутри полосы пропускания проходят фильтр с одинаковой задержкой, что важно для чистого звучания сигналов высокой частоты.

Для качественного приёма ЧМ-сигналов вершина АЧХ фильтра должна быть выпуклой в виде дуги с подъёмом на 3...6 дБ, — так гласят в унисон все научные трактаты. Однако — и об этом чаще всего молчат в академической литературе — это сработает в случае, если в радиотракте имеется ещё идеальный амплитудный ограничитель. И даже одного ограничителя в виде микросхемы с 6—8 дифференциальными каскадами (микросхема К174ХА6 и подобные) может быть недостаточно для полной реализации такого правильного научного подхода. В случае нового радиотракта для приёмников "Океан-209" в нём имеется АРУ, и, наоборот, она предотвратит ограничение сигнала и сохранит спектральную чистоту, и только в конце тракта работает однокаскадный ограничитель с "мягкой" компрессией 12...26 дБ. Поэтому ФСС с "правильной" выпуклой вершиной в АЧХ фильтра создаст на входе ограничителя паразитную АМ при частотной девиации сигнала, причём эта АМ имеет двойную частоту модуляции, и на аудиоспектре получаем неустраиваемую вторую гармонику, которую налаживанием контуров демодулятора никак не убрать. Поэтому в новом радиотракте оказалось более правильным решением наладить АЧХ в ФСС с ровной вершиной. Это обсуждалось ещё в описании доработки заводской схемы. Чтобы при этом получить линейный наклон ФЧХ при девиации частоты сигнала ± 75 кГц, нужно согласиться на "лишнюю" ширину полосы пропускания значением 250...300 кГц (по уровню -3...-6 дБ), которое оказалось достаточным. Отсюда возникло требование использовать ПКФ с заявленной полосой 280 кГц и однозначно не менее 230 кГц, как компромисс для особо сложной ситуации в эфире при терпимом уровне искажений. С узкополосными фильтрами (полоса пропускания — 150...180 кГц) искажения аудиосигнала не удастся наладить ниже -36 дБ, и это не вариант для качественного приёма. Но для сложной ситуации в эфире этот уровень может быть лучше, чем уровень неподдавленных помех.

Для получения плоской вершины АЧХ нужно выбрать импеданс

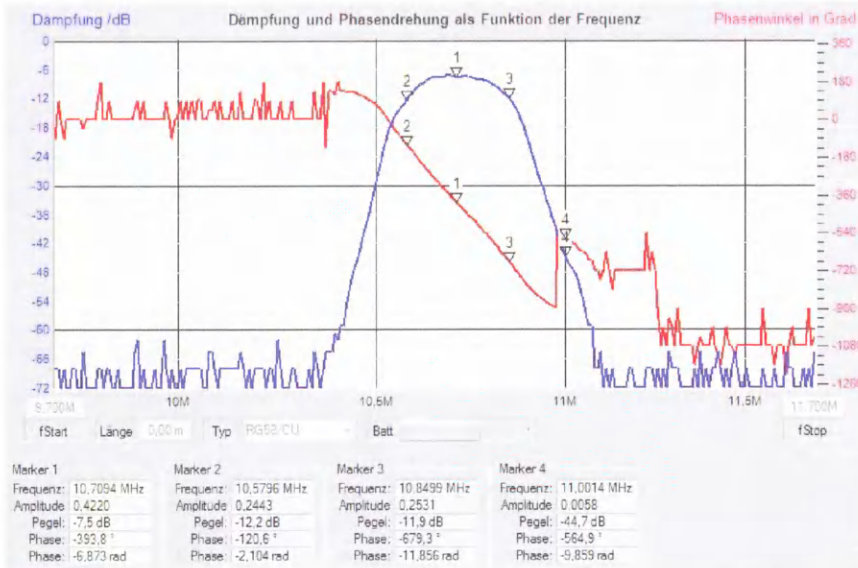


Рис. 12

согласования сборок с немного заниженным значением — 270 Ом. На выходе УКВ-блока к выходному колебательному контуру установлен резистор, который нужно скорректировать, если он ранее был подобран для получения нагрузки 330 Ом. На выходе фильтра Z51 установлено Г-образное звено согласования, которое трансформирует входной импеданс транзисторов VT50, VT51 (19 Ом) в 270 Ом. Это звено имеет малую добротность и слабо повлияет на форму АЧХ фильтра. Конденсатор C50 влияет на расположение высокочастотного ската, т. е. немного на полосу пропускания. Также этим конденсатором формируется корректная форма высокочастотной половины вершины АЧХ, чтобы она была без "бугров". Этот конденсатор подбирают индивидуально в интервале 30...75 пФ для разных серий ПКФ либо нужен параллельный конденсатор ёмкостью 40...150 пФ. Редко их комбинация даст нужный результат. Некоторым ПКФ ещё пригодятся последовательные конденсаторы на входе и выходе сборки (ёмкость 8...22 пФ). Это всё относится к изделиям, которые при подборе показали правильную форму АЧХ, без кривизны и боковых "бугров". Цена, качество и доступность подходящих ПКФ не вызывают потребности в сложной коррекции "сломанной" АЧХ, такие ПКФ лучше отложить в сторону.

ФСС-ЧМ2 на ПКФ Z70 и Z71 согласован резистором R63 в сочетании с резонансным сопротивлением контура L63C63 через трансформацию 4:1 (по виткам) и в полосе 500 кГц обеспечен импеданс 270 Ом. Выход ПКФ Z71 согласован нагрузкой 270 Ом из резистора R70 (подбирается) и входного сопротивления транзистора VT70 (примерно 0,6 кОм). Резонансный трансформатор C71C72L70 с малой добротностью мало повлияет на форму АЧХ, доминируют ПКФ Z70, Z71. КПИ L60 сделана строго симметричной и практически не препятствует "заземлению" для трансформатора T60 через цепь C64C60. Конденсатор C77 предоставит достаточное "заземление" для L70.

3.2.2. УПЧ А50

На УПЧ А50 поступают сигналы с полной сигнальной динамикой УКВ-эфира (более 90 дБ) после усиления в УКВ-блоке, и поэтому этот УПЧ должен совмещать малый собственный шум после ФСС при линейной работе с АРУ. Это требование легко выполняется при использовании каскада по схеме с ОБ, в которой транзистор VT50 работает с током покоя 2,2 мА для получения входного импеданса 19 Ом.

УПЧ А50 работает без фазовых искажений в односигнальной обстановке до сигнала размахом 40 мВ на эмиттерах транзисторов VT50, VT51, это вызывает сигнальный ток размахом 2 мА, и на выходной нагрузке сопротивлением 1,25 кОм это был бы сигнал размахом 2,5 В без действия АРУ. Предельно допустимый размах сигнала — 64 мВ на эмиттерах в строго односигнальном режиме, что на выходе дало бы сигнал размахом 3,7 В. АРУ ослабило сигнал на 18 дБ, это размах 680 мВ (KT50), и на транзисторе VT60 поступает сигнал размахом 140 мВ. Входной импеданс транзисторов мало меняется при работе АРУ и составляет 19 Ом. На входе ПКФ Z50 допускается сигнал размахом до 320 мВ в полосе пропускания при сложной эфирной обстановке и до 500 мВ — в строго односигнальном режиме при полном действии АРУ. Это звучит сурово, но таков городской УКВ-эфир, и мегаполисный радиослушатель быстро оценит эту стойкость приёмника.

В схеме с ОБ входной импеданс мало зависит от h_{213} и с высокой точностью устанавливается подборкой тока покоя. Для качественных ВЧ-транзисторов малой мощности можно рассчитать входной импеданс на КВ по формуле $R_{вх} = 26 \text{ мВ}/I_{э}$, и к этому надо добавить примерно 5...30 % в зависимости от качества транзистора и соотношения его граничной частоты к рабочей частоте узла. Для тока покоя 2,2 мА можно планировать входной импеданс 12 Ом в соответствии с расчётом, и реально получается 18...19 Ом, $K_{ш} < 3$ дБ. При этом допускаются те же 25 мВ размаха сигнала для интермодуляции не более -40 дБ. Этот УПЧ на транзисторе ГТ322Б показал отличную работу. Для обработки сигнала с большим ДД лучше всего работает транзистор КТ3108А.

АРУ в этом каскаде УПЧ реализована с токораспределением между транзисторами VT50 и VT51, этот принцип давно известен [8], однако часто реализуется с образованием странных искажений. При низкомном источнике напряжения смещения и эффективной блокировке баз транзисторов этот способ идеально сохраняет АЧХ подключённых к нему фильтров, даже при глубокой работе АРУ до 60 дБ, при этом её линейность не деградирует. Большое значение h_{213} (более 100) способствует малой интермодуляции во всех режимах АРУ. Хорошие транзисторы для АРУ с токораспределением — КТ3108А—КТ3108В (в идеале), КТ3162А, КТ326Б и даже ГТ322Б не портят качество, КТ368Б и КТ316Д. Микросхемы К175УВ2, К175УВ4 тоже хороши для этих целей в других проектах. Плохо

работают транзисторы серий КТ3126, КТ3127, КТ3128, КТ339, КТ306 и микросхема К228УВ2. Блокировка базовых цепей должна быть хорошей не только на рабочей частоте усилителя, а ещё для НЧ-спектра ожидаемой IM_2 . Для ЧМ-УПЧ этот вредный спектр лежит в диапазоне 50...300 кГц, и блокировочный конденсатор ёмкостью 100 нФ этому соответствует с запасом, даже для импульсных помех. Важно, чтобы не возник выпрямительный эффект со сдвигом смещения на базах.

При отсутствии радиосигнала транзистор VT141 вырабатывает максимальный ток 110 мкА, который приводит к падению напряжения на резисторах R58 и R59, поэтому на базе транзистора VT51 напряжение заметно меньше, чем у транзистора VT50, ток покоя и ток сигнала полностью проходят через транзистор VT50 на трансформатор T50. Когда ток АРУ транзистора VT141 уменьшается, растёт напряжение на базе транзистора VT51, и он "перехватывает" ток покоя и сигнальный ток. Очень важно, во избежание лишнего шума, не "перекрутить" АРУ на лишнюю глубину. Хорошее правило — АРУ не должна вызывать провал по усилению, а только защитить последующий УПЧ от перегрузки. В таком случае АРУ ограничит сигнал на базе VT60 до размаха 140 мВ, для чего глубины АРУ 16...18 дБ достаточно.

3.2.3. Ограничитель ЧМ-сигнала (транзисторы VT100, VT101)

В литературе часто пишут о некотором подавлении АМ в диодных ЧМ-демодуляторах и "сооружают" сложные дополнения к диодным схемам для его усовершенствования. А на практике это чудесное свойство мы не особо заметим, помехи отлично проходят и портят аудиосигнал. Все эти навороченные диодные ЧМ-демодуляторы подавляют АМ и импульсы только в том счастливом случае, когда центр спектра помех попал ровно в центр детекторной характеристики, и только на случай, когда спектр помех неширокий и к тому же симметричный. Мало того, это работает только при отсутствии полезной модуляции. Простыми словами — это чисто академическое обсуждение крайне редко возникающей обстановки, и оно никак не решит проблему суровых помех в реальном "цивилизационном" радиоэфире с широкополосными помехами. Поэтому схема ЧМ-демодулятора была оставлена без хитростей, и задача подавления АМ-помех и импульсов была переложена на активный ограничитель, которого нет в заводской схеме приёмника и которого не хватает во многих транзисторных приёмниках прошлого века.

Однокаскадный ограничитель на дифференциальном усилителе обеспечит компрессию не более 26...30 дБ при большом размахе входного сигнала. В предложенном радиотракте ограничитель обеспечит при шумах и слабом сигнале компрессию на 12 дБ, а при мощных сигналах — до 26 дБ. Поэтому важно наладить сквозную АЧХ с плоской вершиной до ограничителя.

Микросхемы с высокоэффективным ограничителем начали выпускать в середине 1970-х годов (серии TBA120, S 041P, TDA1047). Но сразу с их внедрением в бытовую аппаратуру пошли коммерческие упрощения. Большое усиление встроенного ограничителя (50...70 дБ) было "израсходовано" на общее усиление тракта, и эффект очень глубокого ограничения для сигналов уверенного уровня не наступал, шумы и помехи так и остались раздражителем для радиослушателя. В режиме ограничения эффективно работала только треть или половина ограничительных каскадов, а при слабом сигнале — кое-как один из них.

На выходе РУПЧ А90 (КТ90) имеется чистый по спектру ЧМ-сигнал размахом 0,8...4 В при работе АРУ. На транзисторах VT100, VT101 поступает сигнал размахом 2×120...600 мВ, поэтому они работают в выраженном режиме переключения тока 1,7 мА (от транзистора VT102) на первый LC-контур ЧМ-демодулятора.

Но два транзистора VT100 и VT101 — ещё не гарант подавления паразитной АМ. Принципиально важно подавать стабильный ток от транзистора VT102. На общих эмиттерах возникает пульсация с двойной частотой, и амплитуда пульсаций точно повторяет паразитную АМ от сигнала на входе. Если ток эмиттеров был бы задан резистором вместо транзистора VT102, этот ток зависел бы от амплитуды сигналов, и на выходе получились бы импульсы с той же паразитной АМ. Поэтому ограничитель питается из качественного источника тока (VT102). Но активный источник тока шумит, и этот шум накладывается на выходной импульсный сигнал. Это и есть основной недостаток многокаскадных ограничителей в микросхемах. В предложенном ограничителе НЧ-шум в спектре тока подавляется конденсаторами C101, C102, поэтому для мощного сигнала обеспечивается отношение С/Ш на выходе демодулятора вплоть до 86 дБ, что редко можно найти у микросхемных решений.

Резистор R96 определяет нагрузку для транзистора VT90, он обеспечит большую полосу пропускания (около 1,2 МГц). Такая небольшая селективность в трансформаторе T90 обеспечи-

вает подавление гармоник (более 26 дБ) и подачу строго симметричного синусоидального сигнала на транзисторы VT100, VT101, как важное условие симметрии в демодуляторе для подавления АМ. Работу ограничителя можно улучшить установкой SMD-дресселя (типоразмер 0805) индуктивностью 10 мкГн в цепь коллектора транзистора VT102. При этом улучшаются переходные процессы, менее критичен подбор транзистора VT102 по ВЧ-параметрам.

3.2.4. ЧМ-демодулятор

ЧМ-демодулятор предельно простой, так как подача сигнала от ограничителя идеальная. Работает он на основе того, что в двухконтурном LC-фильтре разность фаз на центральной частоте между контурами равна 90 градусам. При правильно настроенной связи контуров получается крайне линейная ФЧХ системы, если полоса двухконтурного фильтра в три раза шире спектра ЧМ-сигнала. Полоса фильтра зависит от связи контуров, за которую отвечает конденсатор C121 при условии строгой симметричности КПИ L120. Ещё можно подкорректировать полосу пропускания резисторами R801 и R800. Для снижения уровня искажения их сопротивление уменьшают. Уменьшение при этом амплитуды аудиосигнала можно компенсировать в разумных пределах увеличением тока транзистора VT102, но при этом не следует вводить транзисторы VT100, VT101 в насыщение.

Обмотка связи в трансформаторе T120 обеспечит подачу на диоды ЧМ-демодулятора сигналы с одинаковой фазой, это условно нулевая фаза. Конденсатор C121 замыкает контур от обмотки связи у T120 через одно плечо в L120, и это создаёт связь контуров, поэтому важна сильная связь частей обмоток КПИ L120. На диоды поступает дополнительно противофазное напряжение от концов второго контура на L120. Но на центральной частоте они сдвинуты на ±90 градусов по отношению к напряжению на обмотке трансформатора T120, т. е. сдвиг на одном диоде — 90 градусов, а на другом — 270 градусов. После выпрямления сигналов (большой амплитуды в несколько вольт) сумма выпрямленных постоянных напряжений равна нулю в КТ1, если сигнал имеет мгновенное значение частоты, соответствующей центральной частоте фильтра. Как только сигнал уходит от центральной частоты, на КТ1 возникает напряжение, которое пропорционально частотному отклонению, согласно линейной ФЧХ двухконтурного фильтра. Де-

модуляция осуществляется при разбеге фазы в пределах 90±(10...20) градусов, при котором ФЧХ крайне линейная.

Как оказалось, качество исполнения симметричных катушек играет здесь ключевую роль, а потому уже влияет идентичность параметров диодов. Ограничитель при идентичности параметров транзисторов VT100, VT101 выдаёт симметричные импульсы, чётные гармоники подавлены более чем на 40 дБ, и резистором R122 это подавление можно довести до 60...70 дБ чётных гармоник в аудиосигнале. Нечётные гармоники в аудиосигнале в основном образуются от нелинейности ФЧХ. Это, в первую очередь, можно скорректировать подборкой резисторов R800, R801 и конденсатором C121. Искажения менее -50 дБ нетрудно наладить интуитивно, но можно получить -60 дБ при наличии качественного ЧМ-генератора и анализатора НЧ-спектра.

Конденсатор C21 в сочетании с окружающими его резисторами должен обеспечить постоянную времени RC-цепи 50 мкс. Однако, с учётом свойств НЧ-тракта и акустики, оказалось достаточным всего 20...25 мкс (C21 = 1200 пФ) и частоту среза 7 кГц для сбалансированного тембра. Темброблок в составе УЗЧ позволит в широких пределах адаптировать АЧХ по НЧ. Формально правильный номинал конденсатора C21 должен быть бы 2,4...2,7 нФ, если с аудиовыхода подавать сигнал на внешний УМЗЧ с качественной большой акустикой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лохни Х.** Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena. Часть 3. УМЗЧ в приёмниках выпуска до 1984 года. — Радио, 2023, № 8, с. 13—20.
2. **Лохни Х.** Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Части 1—12. — Радио, 2014, № 9—2015, № 8.
3. **Лохни Х.** Радиоприёмник PL-660 и его доработка. Части 1—4. — Радио, 2015, № 10—2016, № 1.
4. **Лохни Х.** Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena. Часть 1. Базовое восстановление. — Радио, 2023, № 6, с. 15—23.
5. **Лохни Х.** УКВ-блок с увеличенным динамическим диапазоном для радиоприёмников "Океан" и Selena. — Радио, 2024, № 7, с. 9—15.
6. **Лохни Х.** Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena. Часть 5. Планки переключателя диапазонов. — Радио, 2023, № 10, с. 14—27.
7. **Лохни Х.** Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena. — Радио, 2024, № 5, с. 14—22.
8. **Бать С., Срединский В.** АРУ на разветвлении токов. — Радио, 1968, № 11, с. 41, 42.

(Продолжение следует)

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

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

РОССИЯ

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ. В Онеге на частоте 101,8 МГц началось вещание радиостанции "Маруся ФМ" (источник — URL: <https://vk.com/radiomarusyao> [?w=club229958702](https://vk.com/radiomarusyao?w=club229958702) (23.06.25)).

БАШКОРТОСТАН. В Ишимбае на частоте 98,1 МГц началось вещание радиостанции "Искатель" (источник — URL: <https://radioiskatel.ru/news/radio-iskatel-mozhno-slushat-v-ishimbae/> (23.06.25)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. С 1 июня 2025 г. в Урюпинске на частоте 99,7 МГц началось вещание радиостанции "Радио 50" (источник — URL: https://vk.com/wall-213420766_304?w=wall-213420766_304 (23.06.25)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В Горячем Ключе со 2 июня 2025 г. на частоте 89,9 МГц началась трансляция радиостанции "Шоколад" (источник — URL: https://vk.com/wall-206132844_2964?w=wall-206132844_2964 (23.06.25)).

На частоте 99 МГц в Горячем Ключе началось вещание радиостанции "Говорит Майкоп" (источник — URL: https://vk.com/wall-90495469_16158?w=wall-206132844_2982 (23.06.25)).

На частоте 93,3 МГц из Архипо-Осиповки появилось вещание радиостанции "Радио Геленджик" (источник — URL: https://vk.com/wall-206132844_3007?w=wall-206132844_3007 (23.06.25)).

В Приморско-Ахтарске в конце мая 2025 г. была восстановлена работа двух радиостанций — "Русское Радио" (на частоте 104,1 МГц) и "Ретро ФМ" (частота вещания — 103,5 МГц) (источник — URL: <https://1region.ru/novosti/201-evropa-plyus-retro-fm-i-russkoe-radio-v-primorsko-akhatarske.html> (23.06.25)).

КРЫМ. Радиостанция "Авторадио" появилась ещё в одном населённом пункте Крымского полуострова — в Черноморском. Частота вещания — 103,2 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/42936> (23.06.25)).

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. В Липецке стартовал региональный эфир "Нашего Радио" на частоте 91,7 МГц. Кроме уже хорошо

знакомому многим музыкального вещания, которое является визитной карточкой радиостанции, запущены региональные выпуски новостей и новые рубрики (источник — URL: <https://multimediaholding.ru/nashe-radio-zapuskayet-regionalnyj-efir-v-lipecke/> (23.06.25)).

МОСКВА и **МОСКОВСКАЯ ОБЛ.** "Радио Рекорд" запускает местное вещание для Москвы и ближнего Подмосковья на частоте 89,9 МГц. Сейчас здесь транслируется основной поток из Санкт-Петербурга со столичной рекламой (источник — URL: https://vk.com/wall-194965312_15394?w=wall-194965312_15394 (23.06.25)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. В Нижнем Новгороде 31 мая 2025 г. началось вещание православной радиостанции "Радио Вера" на частоте 89,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: https://vk.com/wall-24242046_7790?w=wall-24242046_7790 (23.06.25)).

В Выксе с 1 июня 2025 г. на частоте 93,4 МГц запущено вещание радиостанции Radio Monte Carlo. Радиостанция "Пи FM" начала вещание на частоте 94 МГц (источник — URL: <https://vyksa.pf/49774-radio.html> (23.06.25)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. Радиостанция KlassFM 19 мая 2025 г. начала вещание в Лысьве на частоте 89,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-225524663_694?w=wall-225524663_694 (23.06.25)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "25 Регион" начала вещание в посёлке Раздольное на частоте 95,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-149361136_5511?w=wall-149361136_5511 (23.06.25)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. 21 мая 2025 г. в Таганроге на частоте 95,2 МГц началось вещание радиостанции "Европа Плюс" (источник — URL: https://vk.com/wall-90495469_16124?w=wall-211578875_1760 (23.06.25)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. К сети вещания радиостанции "Русский Хит" присоединился рабочий посёлок Пронск. Частота вещания — 89,7 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-90495469_16175?w=wall-213136664_2418 (23.06.25)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ и **ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** 31 мая 2025 г. в 8 часов филиал РТПС Санкт-Петербургский РЦ возобновил трансляцию радиостанции "Радио

Мария" в Санкт-Петербурге на частоте 1,053 МГц и в Выборге на частоте 92,6 МГц. Временная приостановка трансляции до 31 мая основана на решении вещателя (источник — URL: <https://spb.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-vozobnovit-fm-translyatsiyu-radiostantsii-radio-mariya-v-sankt-peterburge-i-vyborge/> (23.06.25)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. С 1 июня 2025 г. в Вязьме на частоте 104,2 МГц началось вещание радиостанции "Радио Шансон" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__92102/ (23.06.25)).

ХАКАСИЯ. В начале июня 2025 г. в Абакане началось круглосуточное вещание православной радиостанции. Теперь жители столицы Хакасии могут слушать "Радио Вера" на частоте 92 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__92165/ (23.06.25)).

ХАНТЫ-МАНСКИЙ АО. В Радужном начали вещание две радиостанции. "Авторадио" — на частоте 105,5 МГц и "Новое радио" — на частоте 107,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-208243619_5630?w=wall-19037431_2499 (23.06.25)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. С 29 мая 2025 г. в Челябинске и Копейске на частоте 88,4 МГц начала вещание православная радиостанция "Радио Вера" (источник — URL: https://vk.com/wall-18520524_45328?w=wall-18520524_45328 (23.06.25)).

На частоте 94,8 МГц в Озёрске началось вещание радиостанции "Радио DFM" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__92085/ (23.06.25)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

БРАЗИЛИЯ. В Бразилии принята новая программа изменений MW to FM — переход на расширенный диапазон частот. Станции, которые работали на средних волнах в Бразилии и которые присоединились к программе миграции на УКВ-диапазон, в так называемый "расширенный" диапазон частот (76,1...87,9 МГц), на момент этого изменения получили разрешение правительства продолжать вещание на средних волнах ещё в течение пяти лет в параллельном вещании и на частоте УКВ-диапазона. Некоторые радиостанции радикально изменились, полностью отказавшись от своей средневолновой частоты (источник — URL: <https://mediumwave.info/2025/06/06/brazil-20/> (23.06.25)).

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

ГРУЗИЯ. Радиостанции "Радио Грузии" исполнилось 100 лет со дня первого эфира, и ей присвоен статус нематериального культурного наследия. "Радио Грузии" — первое в Закавказье радио, начавшее вещание в 1925 г., которое велось с кустарно установленной станции на 120-метровой радиомачте, охватывавшей радиус до 300 км. Пробная трансляция, рассчитанная на широкую аудиторию, состоялась 23 мая. Именно этот день считается днём рождения грузинского радио (источник — URL: <https://sputnik-georgia.ru/20250523/radio-gruzii-ispolnilos-100-let-293478521.html> (23.06.25)).

ЗИМБАБВЕ. Русская музыка впервые станет частью радиопрограммы в Зимбабве. Национальная радиостанция Classic 263 начнёт регулярные трансляции произведений российских композиторов и исполнителей. Инициатором проекта выступила международная сеть TV BRICS совместно с Zimbabwe Broadcasting Corporation, а музыкальные материалы для эфиров предоставил российский телерадиоцентр "Орфей". Программа

под названием "Ночь русской музыки" будет выходить в вечернем эфире по вторникам с 21:30 до 22:00 по местному времени. В репертуар войдут как русские народные композиции, так и джазовые произведения советской эпохи. В эфире Classic 263 также планируется запуск подборки произведений русской классической музыки первой половины XX века. По словам продюсера радиостанции Тафазы Бочеко, вещание ориентировано на развитие культурного диалога и расширение творческого пространства. Как она отметила, африканская аудитория проявляет живой интерес к русскому культурному наследию (источник — URL: <https://news.ru/africa/russkaya-muzyka-zazvuchit-v-efire-nacionalnogo-radio-zimbabwe> (23.06.25)).

ЛЮКСЕМБУРГ. В Люксембурге выдана лицензия на запуск первого национального эфирного мультимедиа радио в формате DAB+. В мультимедиа вошли радиостанции Crooner Radio, Eldorado, L'essentiel Radio, LOR'FM, Nostalgie Luxembourg, Opus 100.7, Radio 100.7, Radio ARA, Radio La-

tina, RTL Deutschlands Hit-Radio, RTL Radio Lëtzebuerg и Today Radio. Согласно лицензии, вещание должно начаться в течение полугодия после 3 июня 2025 г. (источник — URL: <https://www.satellifax.de/pda/mlesen.php?id=a81d3843cfa18ed1108add2a54cf2023> (23.06.25)).

США. Руководство радиостанции TWR единогласно приняло решение свернуть свою деятельность и прекратить вещание с острова Гуам радиостанции KTWB 31 с октября 2025 г. Среди причин сворачивания коротковолнового вещания — высокая стоимость жизни на острове, неустойчивая рабочая нагрузка для перегруженных сотрудников и постоянные затраты на оборудование. Ещё одна насущная проблема связана со стареющими передатчиками, которые становятся всё более восприимчивыми к непредвиденным катастрофическим сбоям (источник — URL: <https://twr.org/story/transition-for-twrs-guam-station> (23.06.25)).

Хорошего приёма и 73!

Стабилизированный двухполярный блок питания 1,25...25 В, 2,5 А

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

Основной недостаток большинства линейных регулируемых стабилизированных лабораторных блоков питания (БП) — низкий КПД, особенно при малом выходном напряжении и максимальном выходном токе. Дело в том, что в таких БП стабилизаторы выходного напряжения построены по компенсационной схеме, а для получения большого выходного тока регулирующий элемент часто приходится составлять из нескольких транзисторов. Поэтому на этих транзисторах выделяется значительная мощность, что заставляет вынужденно применять громоздкие и тяжёлые теплоотводы либо дополнительно использовать внешнюю принудительную вентиляцию, благо что существует большой выбор различных по размерам и производительности вентиляторов. Решить эту проблему можно, изменяя напряжение на входе стабилизатора напряжения, т. е. после выпрямления

переменного напряжения и сглаживания пульсаций на конденсаторе фильтра. Регулировка выходного напряжения выпрямителя может осуществляться разными способами. Многообмоточный понижающий трансформатор, подключённый к выпрямителю, даёт возможность изменять амплитуду переменного напряжения, подводимого к выпрямителю, и тем самым устанавливать желаемое выпрямленное напряжение. Но здесь главная проблема заключается как в сложности изготовления такого трансформатора, так и в низкой надёжности переключаемых или скользящих контактов применяемых коммутационных устройств, особенно если не указан даже их тип [1], а ток нагрузки достаточно большой. Поэтому в подавляющем большинстве случаев радиолюбители применяют понижающий трансформатор с одним отводом от середины вторичной обмотки, хотя это и добавляет

некоторые ограничения и неудобства при эксплуатации [2]. Свободным от этих недостатков является метод, при котором в качестве выпрямительных диодов применяются управляемые тиристоры, в результате чего получается регулируемый тиристорный выпрямитель, который имеет следующие особенности [3]:

- уменьшение выходного напряжения достигается благодаря уменьшению отбора мощности от сети переменного тока и не связано с гашением значительной её части в выпрямителе;
- при изменении угла регулирования тиристора от 0 до 0,5 выходное напряжение меняется от максимума до нуля;

- пульсации выпрямленного напряжения заметно возрастают с увеличением угла регулирования, но если управляемый выпрямитель является элементом стабилизированного источника питания, от него не требуются такой широкий интервал регулирова-

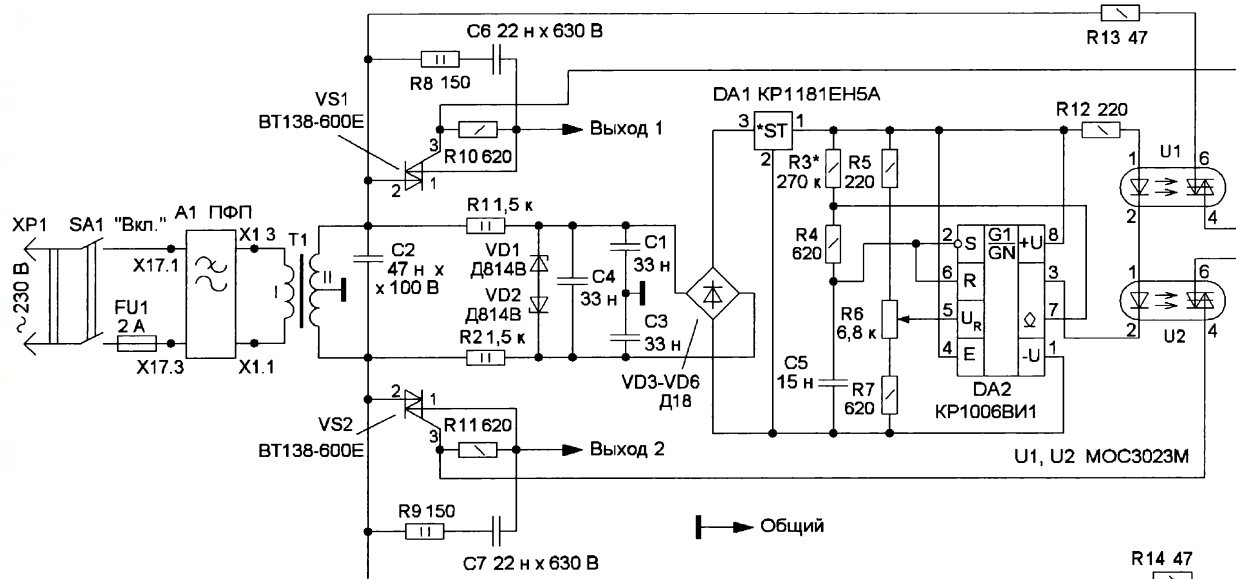


Рис. 1

ния и низкий уровень пульсаций, поскольку их обеспечивает основной стабилизатор напряжения.

непосредственно связан со скоростью нарастания напряжения (тока) в ключевом режиме. Кроме того, при работе в цепях пере-

ке печатной платы следует оставлять как можно больше фольги, соединённой с общим проводом; управляющие сигналы на актив-

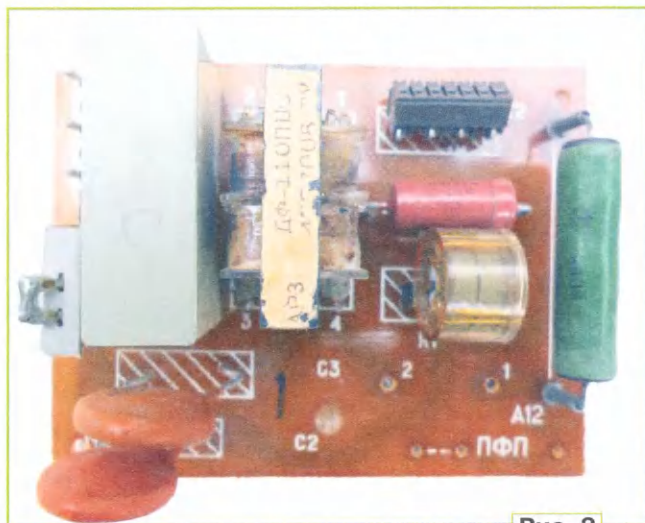


Рис. 2

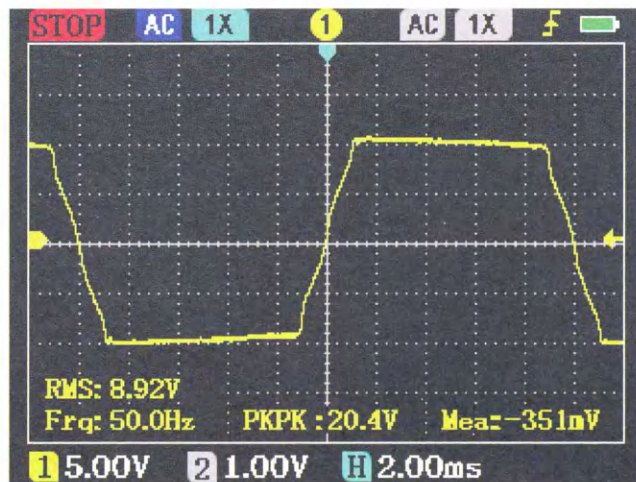


Рис. 3

Более подробно ознакомиться с принципами работы управляемых выпрямителей и их практическими схемами можно в [4].

Но кроме достоинств, имеются и недостатки применения управляемых выпрямителей. Учитывая, что тиристор представляет собой управляемый полупроводниковый прибор, который при работе имеет два устойчивых состояния — открыт или закрыт, то ему свойственны те же недостатки и проблемы, что и силовым транзисторам в импульсных преобразователях напряжения. К ним относится широкий спектр помех, генерируемых в процессе переключения активных элементов, который, в свою очередь,

менного тока управляющие сигналы должны быть синхронизированы с частотой сети. В процессе работы выпрямителя возникают интенсивные гармоники с частотой сети, с которыми тоже необходимо как-то бороться [5].

Стандартными методами борьбы с импульсными помехами являются следующие: чувствительные цепи и активные элементы следует размещать как можно дальше от источника излучений; проводники печатной платы, по которым протекают большие импульсные токи, должны быть как можно короче и шире, поскольку в таком виде они обладают минимальной паразитной индуктивностью; при развод-

ные силовые элементы необходимо подавать по витой паре проводов; монтажные провода и выводы радиоэлементов должны быть, по возможности, минимальной длины.

В последние годы импульсные блоки питания практически полностью вытеснили управляемые вентили из радиолюбительских конструкций, и в технической литературе очень мало описаний несложных БП на их основе, доступных для повторения [6]. Возможно, что предлагаемая конструкция в какой-то мере восполнит существующий пробел. С учётом сказанного в начале статьи был разработан регулируемый двухполярный блок питания,

за основу которого взята схема, которая приведена в [7]. Она доработана под запросы автора и дополнена симисторным регулятором переменного напряжения, который с диодами выпрямительного моста как раз и образует управляемый выпрямитель.

БП имеет следующие основные технические характеристики. Напряжение сети — 230 В, выходное напряжение — $\pm 1,25 \dots 25$ В, максимальный выходной ток каждого выхода — 2,5 А, подавление пульсаций входного напряжения на частоте 100 Гц — 80 дБ. Выходное сопротивление, температурная и долговременная нестабильность выходных напряжений стабилизаторов определяются в основном параметрами микросхемы LM317T [7]. Кроме того, в БП предусмотрен вывод нестабилизированных напряжений непосредственно с конденсаторов фильтра выпрямителя, которые также можно регулировать в пределах $\pm 9 \dots 29$ В при токе нагрузки 2,5 А. При этом двойная амплитуда напряжения пульсаций изменяется от 1,55 В до 2,04 В. Это даёт возможность испытывать выходные ступени мощных УНЧ в условиях, приближённых к реальным.

Главным достоинством предлагаемого устройства является возможность использования его отдельными составляющими в других разработках, так как каждое из них вполне самостоятельная и законченная конструкция.

Схема регулируемого лабораторного БП приведена на **рис. 1**. Сдвоенный выключатель SA1 (тумблер ТП1-2) отключает его от сети 230 В. Плавкая вставка FU1 защищает БП в случае возникновения аварийных ситуаций. Сетевой помехоподавляющий фильтр А1 предназначен для защиты БП от помех со стороны сети, а также подавляет помехи

самого БП. Здесь без переделок применено готовое изделие — ПФП промышленного производства от телевизоров серии ЗУСЦТ [8], его внешний вид показан на **рис. 2**. При его отсутствии такой фильтр можно изготовить по схемам для сетевых импульсных блоков питания, учитывая при этом потребляемую от сети мощность. Но лучше всего изготовить двухзвенный фильтр, описание которого приведено в [9].

Регулятор переменного напряжения выполнен по доработанной схеме регулятора мощности, которая опубликована в [10]. Улучшения коснулись, прежде всего, повышения помехозащищённости и электромагнитной совместимости при работе как в составе этого БП, так и при других практических применениях. Схема регулятора мощности была модернизирована. Переменное напряжение со всей вторичной обмотки трансформатора Т1 поступает на узел управления симисторами VS1 и VS2, который выполнен на таймере DA2 (KP1006BI1) и оптронах U1, U2 (MOC3023M). Высокочастотные помехи подавляются с помощью П-образного RC-фильтра на элементах R1, R2, C1—C4. Частота среза фильтра составляет около 1 кГц. Резисторы R1, R2 — токоограничивающие, они вместе со стабилитронами VD1 и VD2 образуют двухсторонний ограничитель напряжения, отсекая все помехи с амплитудой более напряжения стабилизации стабилитронов, как показано на **рис. 3**. Кроме того, применение стабилитронов позволяет использовать конденсаторы C1, C3, C4 и диоды VD3—VD6 с небольшим допустимым напряжением. Германиевые диоды в этом выпрямителе позволяют уменьшить длительность нулевой паузы вы-

прямленного напряжения частотой 100 Гц и несколько увеличить коэффициент использования полупериода сетевого напряжения (расширяется длительность "трапеции" на **рис. 3**).

Интегральный стабилизатор напряжения DA1 окончательно формирует "трапецию" с нулевыми паузами частотой 100 Гц и амплитудой 5 В, минимально необходимой для работы таймера DA2, что также увеличивает коэффициент использования полупериода сетевого напряжения. Таймер DA2 включён по схеме мультивибратора и в течение полупериода напряжения сети длительностью 10 мс, пока на него поступает напряжение питания в форме трапеции амплитудой 5 В, формирует на выходе (вывод 3) импульсы или несколько импульсов, длительность которых определяется временем разрядки конденсатора C5 через внутренний разрядный транзистор таймера и резистор R4, и в данном случае составляет около 6,5 мкс, что более чем достаточно для надёжного открывания симисторов VS1 и VS2. Число импульсов на выходе таймера DA2 зависит от порога срабатывания встроенного компаратора высокого уровня таймера, который, в свою очередь, зависит от положения движка переменного резистора R6. В верхнем положении по схеме формируется один импульс, в нижнем — пачка. Более подробно ознакомиться с работой этого фазоимпульсного регулятора можно в [10]. Оптоны U1 и U2 обеспечивают гальваническую развязку узла управления и симисторов VS1, VS2, а также их включение в необходимые моменты времени. Резисторы R10, R11 предназначены для компенсации токов утечек при изменении температуры кристаллов симисторов. Цепи R8C6 и

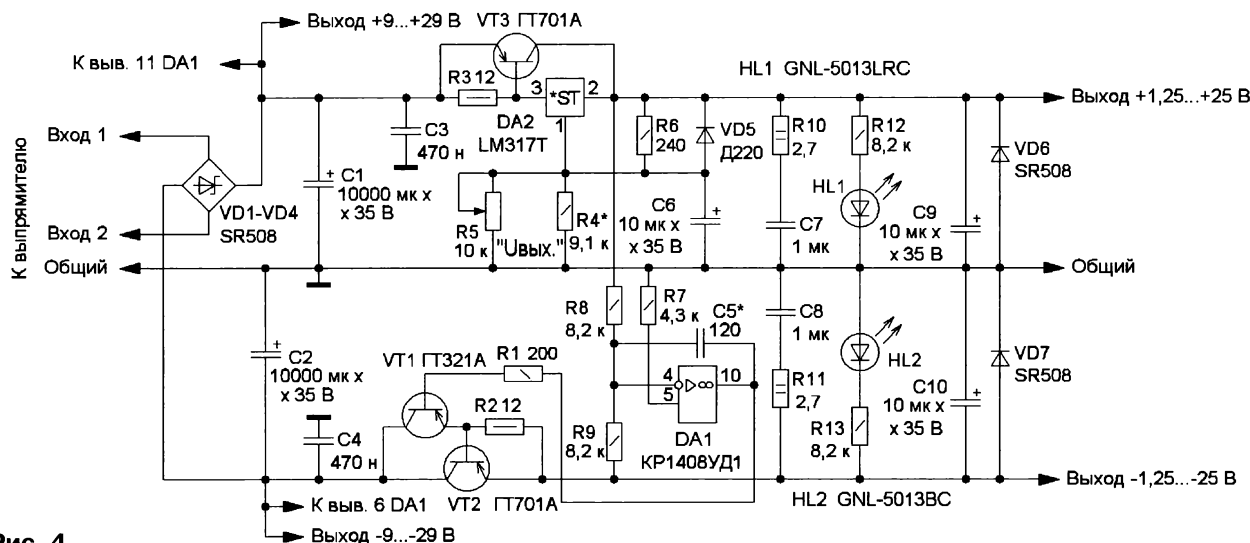


Рис. 4

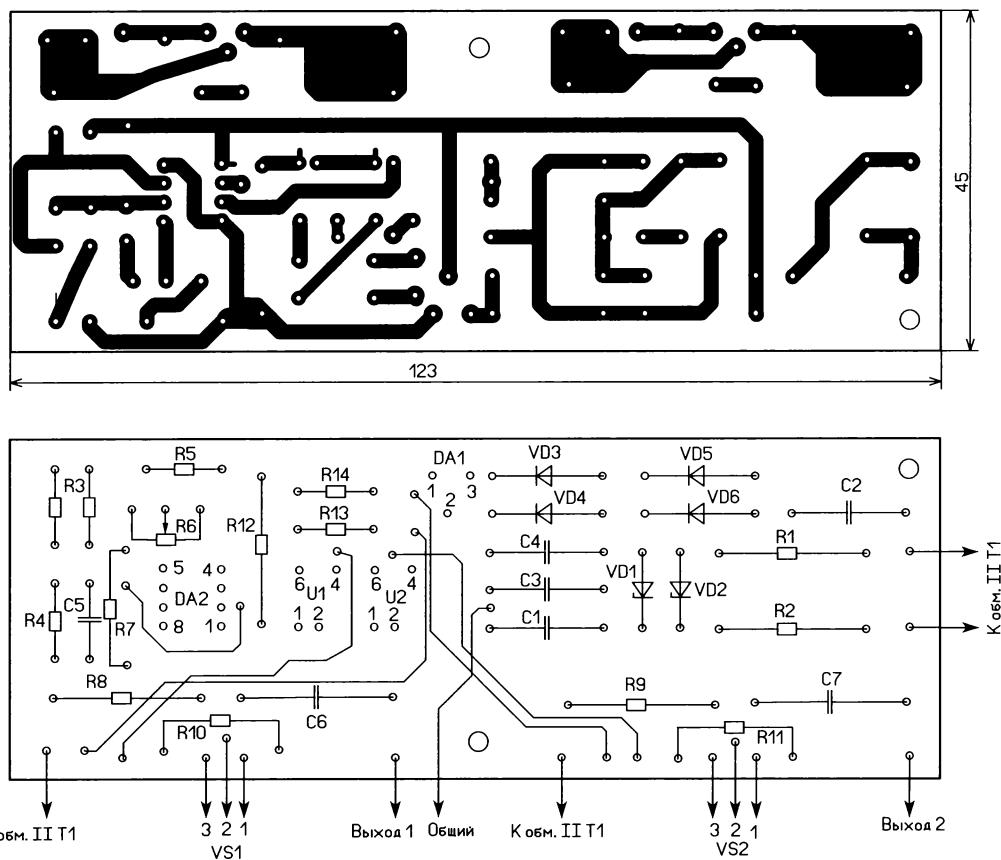


Рис. 5

R9C7 — демпфирующие, они предназначены для ограничения амплитуды паразитных выбросов в моменты включения и выключения симисторов. Резисторы R13 и R14 ограничивают токи через управляющие электроды симисторов.

Схема двуполярного регулируемого стабилизатора напряжения показана на рис. 4. Выпрямитель переменного напряжения выполнен на диодах VD1—VD4 и сглаживающих конденсаторах фильтра C1, C2. Неполярные конденсаторы C3 и C4 предназначены для подавления импульсных высокочастотных помех от работы симисторного регулятора напряжения.

Стабилизатор напряжения положительной полярности выполнен на микросхеме LM317T (DA2) по стандартной схеме с возможностью изменять выходное напряжение. Максимальный выходной ток этой микросхемы — 1,5 А, при котором возникают проблемы с отводом тепла от её корпуса (ТО-220), тем более в регулируемом стабилизаторе. Поэтому для увеличения выходного тока этого плеча стабилизатора используется дополнительный транзистор VT3, который обладает лучшими тепловыми характеристиками. Микросхема LM317T не является прецизионным стабилизатором напряже-

ния, и образцовое напряжение имеет значительный разброс, кроме того, переменные резисторы также имеют разброс, поэтому подборкой резистора R4 устанавливают верхний предел выходного напряжения — 25 В в нижнем по схеме положении движка переменного резистора R5. Конденсатор C6 с малыми токами утечки обеспечивает подавление пульсаций с частотой 100 Гц. Диод VD5 предназначен для разрядки конденсатора C6 при коротком замыкании на выходе и защиты внутренних цепей микросхемы DA2. Светодиоды показывают наличие и косвенно (по яркости свечения) уровень выходного напряжения, конденсаторы C9, C10 предназначены для компенсации индуктивности проводов, которыми подключают нагрузку.

Стабилизированное выходное напряжение положительной полярности используется как образцовое в стабилизаторе напряжения отрицательной полярности. Усилитель сигнала ошибки выполнен на высоковольтном ОУ KP1408УД1 (DA1), он управляет (минусовым) отрицательным нестабилизированным напряжением через составной транзистор VT1, VT2, сравнивая полусумму обоих выходных напряжений с напряжением на общем проводе (0 В). При оди-

наковых сопротивлениях резисторов R8 и R9 обеспечивается равенство по модулю положительного и отрицательного выходных напряжений питания. Поэтому отрицательное выходное напряжение полностью повторяет все изменения положительного при его регулировании. Резистор R1 ограничивает выходной ток ОУ, резистор R2 предназначен для компенсации довольно больших токов утечек переходов германиевых транзисторов и повышения быстродействия составного транзистора. Конденсатор C5 предотвращает самовозбуждение ОУ. Назначение остальных элементов такое же, как и для стабилизатора положительного напряжения.

Печатная плата регулятора переменного напряжения изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на рис. 5. Она содержит несколько перемычек из медного многожильного монтажного изолированного провода. Управляющие сигналы на симисторы подаются короткими витыми парами. Печатная плата рассчитана на установку следующих радиоэлементов. Постоянные резисторы — МЛТ, C2-23 или аналогичные импортные с допуском $\pm 5\%$. Переменный резистор R6 — СПЗ-9а или СП4-1а с функциональной зависимо-

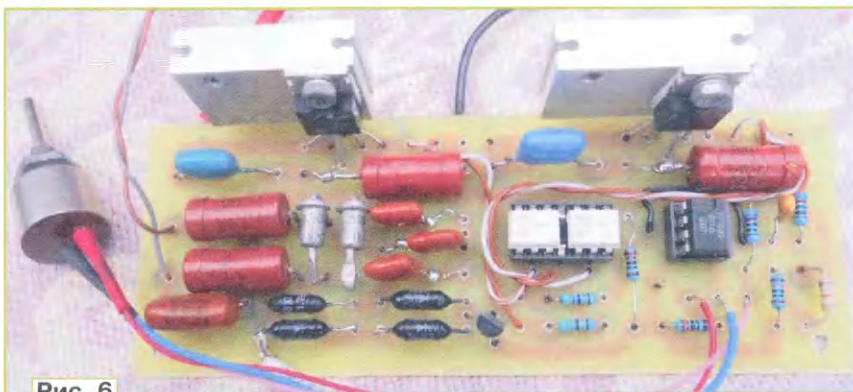


Рис. 6

стью Б для обеспечения плавности регулирования при малых значениях выходного напряжения допустимо использовать любые типы переменных резисторов с линейной зависимостью (А) с некоторой потерей плавности установки выходного нестабилизированного напряжения в интервале 5...12 В. Конденсаторы С1, С3—С5 — К10-17, К73-17, конденсаторы С2, С6, С7 — К73-8, К73-17. Допускается замена отечественных конденсаторов на импортные, которые подходят по размерам, номиналам и номинальным напряжениям. Таймер КР1006ВИ1 и стабилизатор напряжения

КР1181ЕН5А заменяются на любые импортные микросхемы серий 555 и 78L05 соответственно (у последней возможны различия в цоколёвке). Диоды Д18 заменимы диодами ДЗ10, ДЗ11 либо диодами Шоттки, например 1N5817. Симисторы BT138-600 можно заменить отечественными симисторами ТС106-10-6. Оба оптрона МОС3023М установлены в одну общую панель для микросхем в корпусе DIP14. Неиспользуемые выводы панели отогнуты. Симисторы установлены с применением теплопроводной пасты КПТ-8 на два отдельных алюминиевых теплоотвода размерами 30×20×8 мм. Внеш-

ний вид платы регулятора напряжения показан на рис. 6.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Муравьев А.** Лабораторный источник питания на интегральных стабилизаторах напряжения. — Радио, 2003, № 12, с. 26, 27.
2. **Григорьев А.** Блок питания 1...29 В. — Радио, 1984, № 3, с. 36, 37.
3. **Иванов-Цыганов А. И.** Электротехнические устройства радиосистем. — М.: Высшая школа, 1979.
4. **Бирюков С.** Универсальный тиристорный регулятор. — Радио, 1971, № 12, с. 34, 35.
5. **Кублановский Я. С.** Тиристорные устройства. — М.: Радио и связь, 1987.
6. **Кравцов В.** Лабораторный блок питания + зарядное устройство. — Радио, 2023, № 4, с. 27—29.
7. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. Том 1. — М.: Мир, 1986.
8. **Ельяшкевич С.** Цветные телевизоры ЗУСЦТ. Справочное пособие. — М.: Радио и связь, 1990.
9. **Зысюк А.** Помехоподавляющий сетевой фильтр. — Радио, 2010, № 10, с. 39, 40.
10. **Семихатский С.** Регулятор мощности с таймером КР1006ВИ1. — Радио, 2010, № 12, с. 22, 23.

(Окончание следует)

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

ГЕТТЕ А. "Замена блока управления в проигрывателе "Эстония ЭП-010С". — "Радио", 2019, № 6, с. 18—22.

О блоке управления в проигрывателе грампластинок "Эстония ЭП-010С"

В статью автора закралось несколько ошибок, со временем в процессе эксплуатации проявились некоторые недостатки, которые были устранены автором, а с небольшой доработкой и обновлённой прошивкой добавлена функция дистанционного управления.

Исправления в схеме. Номинал резистора R15 должен быть 120 Ом, номинал резистора R25 — 220 Ом, резистор R39 — подборный от 100 Ом.

Для тех, у кого под действием статического электричества включается электродвигатель диска, нужно изменить схему подключения разъёма ХР6 со

стороны проводки, отпаяв от контакта 1 разъёма провод и в разрыв установить последовательно включённые диод серий КД521, КД522 (анодом к модулю) и резистор сопротивлением 470 Ом. Такие же элементы нужно установить в цепь контакта 5 этого же разъёма.

Для улучшения поиска треков в конкретном проигрывателе можно поэкспериментировать с оптическим антидребезгом (антимерцание). Для этого в фрагменте исходника DREBEZ=1700; нужно менять значение 1700 в большую или меньшую сторону, затем скомпилировать файл. При правильной подборке уст-

ройство работает устойчиво, практически без ошибок.

В новой версии прошивки (ESTONIAJ5, ESTONIAJX5. production) добавлен ИК-пульт дистанционного управления RC5 (Philips) телевизора. При включении питания проигрывателя на 22-м выводе контроллера появляется логическая единица и включает реле, блокирующее кнопку включения, которую нужно выключить после включения (или поставить кнопку без фиксации). После прослушивания выключить проигрыватель можно только после остановки воспроизведения, нажав на кнопку Power на пульте, проигрыватель отключится от сети. Кнопка Power во время работы проигрывателя заблокирована и активируется в режиме "Стоп". В программе реализовано автоматическое отключение от сети, если проигрыватель находится 15 мин в режиме "Стоп". Следующее включение только с кнопки "Сеть" на проигрывателе.

Функции кнопок на пульте:

- 0 — стоп воспроизведения;
- 1—7 поиск треков;
- 8 — запуск воспроизведения;
- 9 — управление микролифтом. Каждое нажатие на кнопку



Рис. 1

переводит микролифт в противоположное состояние;

— Power — выключение проигрывателя.

Все функции работают параллельно и независимо.

К свободному выводу 21 микроконтроллера надо подключить ИК-приёмник HS0038 (TSOP1736) (рис. 1), разместить его на передней панели устройства и подключить согласно схеме, показанной на рис. 2. Дальность уверенного управления достигает 10 м. Эксперимент по-

казал, что ИК-приёмник SM0038 лучше не использовать, как оказалось, он реагирует на помехи, в частности, на излучение мобильного телефона. ИК-приёмник HS0038 работает идеально и таким помехам не подвержен.

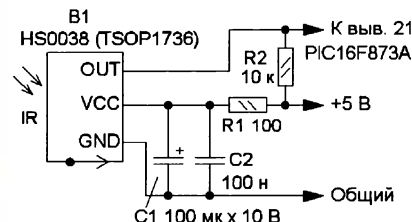


Рис. 2

К свободному выводу 22 микроконтроллера надо подключить транзистор, управляющий реле, согласно схеме, показанной на рис. 3. Запитать реле можно от имеющихся в проигрывателе напряжений 5 В или 22 В в соответствии с номинальным напряжением обмотки реле. В реализованном мной варианте использовалось напряжение 22 В с вывода 2 разъёма X13. Использовано реле с номинальным напряжением обмотки 12 В, подключённое к напряжению 22 В

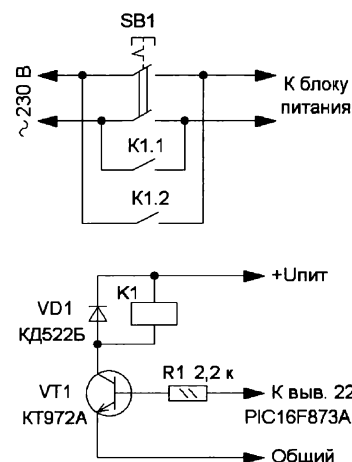


Рис. 3

через резистор сопротивлением 850 Ом мощностью рассеивания 1 Вт.

От редакции. Упомянутые файлы для программирования МК находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2025/08/dorab.zip> на нашем FTP-сервере.

Устройство питания и управления малогабаритной электродрелью

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, ЛНР

При изготовлении какого-либо электронного устройства в радиолюбительских условиях в процессе изготовления печатных плат требуется сверлить много отверстий. В этом случае радиолюбители применяют различные сверлилки. Это может быть, например, малогабаритный сверлильный станок или ручная малогабаритная электродрель. В самодельной электродрели был использован электродвигатель механизма заправки магнитной ленты от видеомagnetofона с установленным на его вал малогабаритным сверлильным патроном. Номинальное напряжение электродвигателя — 12 В. Он получал питание от простого аналогового регулятора скорости, в котором в качестве понижающего трансформатора использован трансформатор ТВК. Со временем выяснилось, что

мощности этого трансформатора для электродвигателя не хватает, его часто заклинивало, особенно при сверлении отверстий диаметром 1,2 мм и более. Со временем у меня появился электродвигатель с номинальным напряжением 24 В. Возникла необходимость в источнике питания для двух электродвигателей с разными напряжениями. Поэтому был сделан более мощный импульсный источник питания с возможностью выбора выходного напряжения и широко-импульсный регулятор скорости вращения электродвигателя.

Регулятор позволяет автоматически изменять частоту вращения во время прицеливания и во время сверления. Одним переменным резистором регулируется скорость вращения при прицеливании, другим переменным резистором — скорость

вращения при сверлении. При прицеливании частота вращения небольшая, а при сверлении автоматически повышается до номинальной. Низкая частота позволяет устанавливать сверло на место сверления отверстия, его не уводит в сторону, как бывает при большой скорости. Этот принцип применялся и в других разработках радиолюбителей для регулирования частоты вращения электродвигателя, например в [1—4]. Можно отключить низкую скорость вращения выключателем, в этом случае она регулируется от минимальной до максимальной одним переменным резистором.

К устройству можно подключить педаль, которая позволяет регулировать скорость вращения ногой, освободив руки для других операций. Когда педаль подключена к устройству, органы

управления скоростью вращения в нём отключаются. С помощью педали можно регулировать скорость вращения двигателя ногой двумя переменными резисторами, аналогичными по назначению переменным резисторам в устройстве. Также в педали есть выключатель, который отключает скорость вращения при прицеливании, тогда она регулируется одним переменным резистором от минимальной до максимальной.

Устройство (рис. 1) состоит из импульсного блока питания A1 и блока регулятора скорости вращения A2. На схеме показаны детали, которые не смонтированы в этих блоках. Через выключатель Q1, предохранитель FU1 сетевое напряжение подаётся на импульсный блок питания A1, который запускается и подаёт питание на устройство, одновременно загорается светодиод зелёного свечения HL1. Он светит с наибольшей яркостью в положении выключателя SA2, замыкающего вывод платы A204 блока A2 на общий провод. В этом положении регулируется частота вращения двигателя только переменным резистором R2 от минимального до максимального значения. Это — режим при сверлении. В разомкнутом положении выключателя SA2 и отсутствии нагрузки на электродвигатель включается низкая скорость вращения, её задаёт

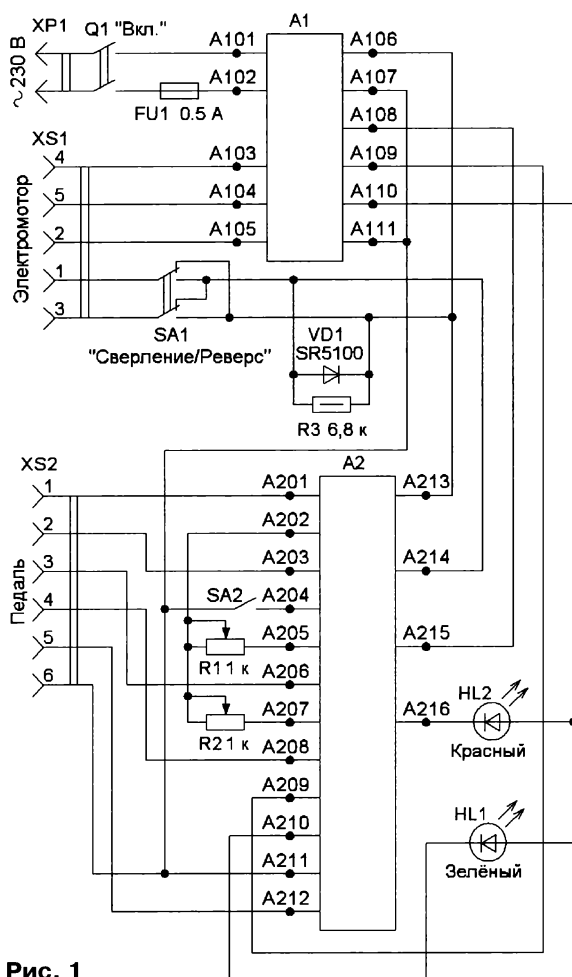


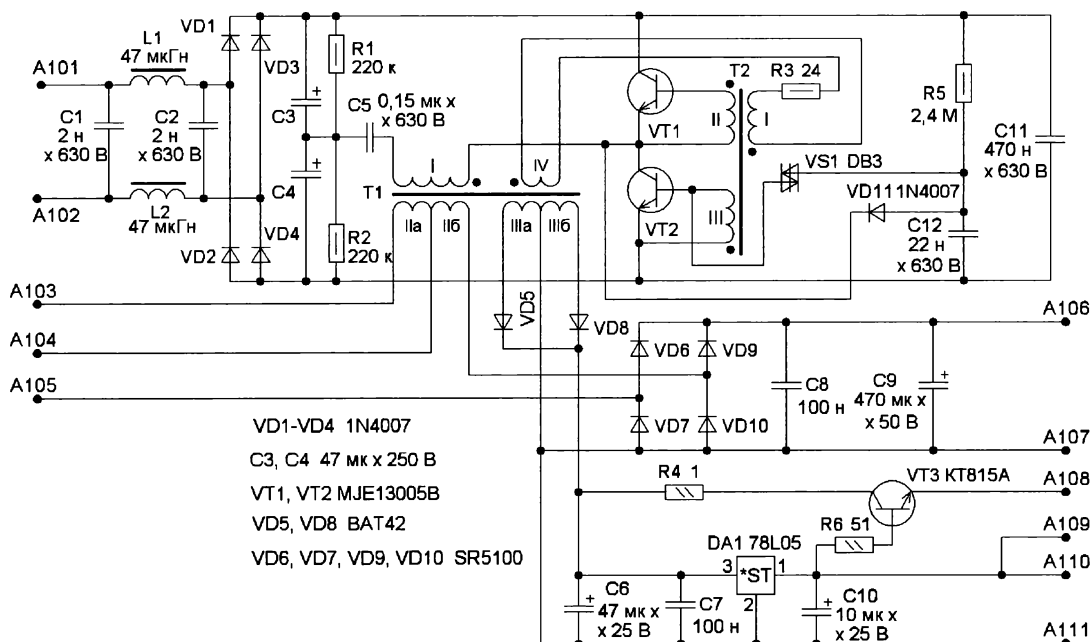
Рис. 1

переменный резистор R1. Максимальная частота вращения ограничена резистором в блоке A2. Светодиод HL1 светит с

малой яркостью. Он загорается ярче, когда двигатель работает с нагрузкой во время сверления.

К гнезду XS1 подключают электродвигатели с разными номинальными напряжениями. Они должны быть коллекторными с близкой друг другу мощностью. К выводам 1 и 3 гнезда XS1 подключается сам электродвигатель, к остальным выводам гнезда подключены отводы от силового импульсного трансформатора. Замыкая определённые выводы этого гнезда, можно получить два напряжения для питания электродвигателя — 12 В или 24 В. Переключателем SA1 можно изменить направление вращения вала электродвигателя в противоположную сторону. Диод VD1 подавляет ЭДС самоиндукции, появляющиеся на якоре двигателя, резистор R3 служит минимальной нагрузкой для регулятора скорости при отключённом электродвигателе. Светодиод HL2 красного свечения включён, когда к гнезду XS2 подключён кабель, соединяющий устройство с педалью, в которой находятся переменные резисторы и выключатель, дублирующие переменные резисторы R1, R2 и выключатель SA2 в устройстве.

Схема импульсного источника питания устройства (блок A1) показана на рис. 2. Он собран по схеме полумостового автогенератора с трансформа-



VD1-VD4 1N4007
C3, C4 47 мк x 250 В
VT1, VT2 MJE13005B
VD5, VD8 BAT42
VD6, VD7, VD9, VD10 SR5100

Рис. 2

торной положительной обратной связи по напряжению. Блок А1 собран на двух печатных платах, в нём применяются трансформаторы, выпрямительные диоды и силовые транзисторы от электронного трансформатора для питания галогенной лампы на 12 В. На первой плате блока установлены выпрямительные диоды VD1—VD4, входной фильтр помех C1C2L1L2 и сглаживающие конденсаторы C3, C4. Резисторы R1, R2 делят поровну выпрямленное сетевое напряжение на сглаживающих конденсаторах. На второй плате блока установлены силовые ключевые транзисторы VT1, VT2, импульсный трансформатор T1, трансформатор T2, выпрямительные диоды VD5—VD10 со сглаживающими конденсаторами C6—C10 и интегральный стабилизатор напряжения 5 В на микросхеме DA1. С конденсаторов C8, C9 снимается напряжение для питания электродвигателей. От обмотки II трансформатора T1 сделаны отводы для того, чтобы можно было выбирать напряжение питания электродвигателя. Интегральный стабилизатор напряжения DA1 питает стабилизированным напряжением электронный регулятор оборотов. На транзисторе VT3 сделан повторитель напряжения 5 В для питания реле.

Симметричный динистор VS1, резистор R5, диод VD11 и конденсатор C12 обеспечивают запуск импульсного источника питания, который осуществляется

за счёт разрядки конденсатора C12 через базу транзистора VT2, принудительно открывая его. Разрядка этого конденсатора происходит при превышении на конденсаторе напряжения срабатывания динистора VS1. Протекающий через участок коллектор—эмиттер ток открытого транзистора VT2 наводит в обмотках трансформатора T1 напряжение, которое через трансформатор T2 поступает на базы транзисторов VT1 и VT2 в соответствующей фазе, вызывая автоколебательный процесс. Транзисторы поочерёдно открываются с частотой от 35 кГц до 45 кГц. Генерация поддерживается за счёт такого включения обмоток трансформаторов, при которой создаётся положительная обратная связь по напряжению. Трансформатор T1 работает без насыщения магнитопровода, он передаёт во вторичные цепи необходимую мощность. Трансформатор T2 работает с насыщением магнитопровода, размеры магнитопровода у него меньше, чем у T1, и его параметры влияют на частоту преобразования.

Во время работы преобразователя конденсатор C12 разряжается с частотой преобразователя через открывающийся диод VD11 и участок коллектор—эмиттер транзистора VT2, не давая напряжению на нём превысить напряжение пробоя динистора. Узел запуска не влияет на работу преобразователя. При срыве генерации конденса-

тор C12 заряжается до напряжения включения динистора VS1, и происходит повторный запуск преобразователя.

На рис. 3 показана схема блока электронного регулятора скорости вращения (A2 на рис. 1) электродвигателя. В нём применён широтно-импульсный способ регулирования скорости. При этом способе на базу ключевого транзистора подаются импульсы напряжения с определённой длительностью, которые его открывают. Отношение длительности периода повторения импульсов к их длительности определяет скорость электродвигателя. Чем большее время ключевой транзистор открыт, тем больше скорость вращения электродвигателя. Время закрывания ключевого транзистора VT4 определяется временем зарядки конденсатора C2 в одновибраторе на логических элементах DD1.3, DD1.4. На скорость зарядки этого конденсатора влияет сопротивление одного из двух времязадающих переменных резисторов. Таких резисторов в устройстве два и два таких резистора — в педали. Один резистор регулирует скорость при прицеливании, другой — при сверлении. Они включены через четыре развязывающих диода VD1—VD4, которые служат для исключения влияния переменных резисторов друг на друга в устройстве и в педали.

В начальном состоянии на выходе элемента DD1.4 присут-

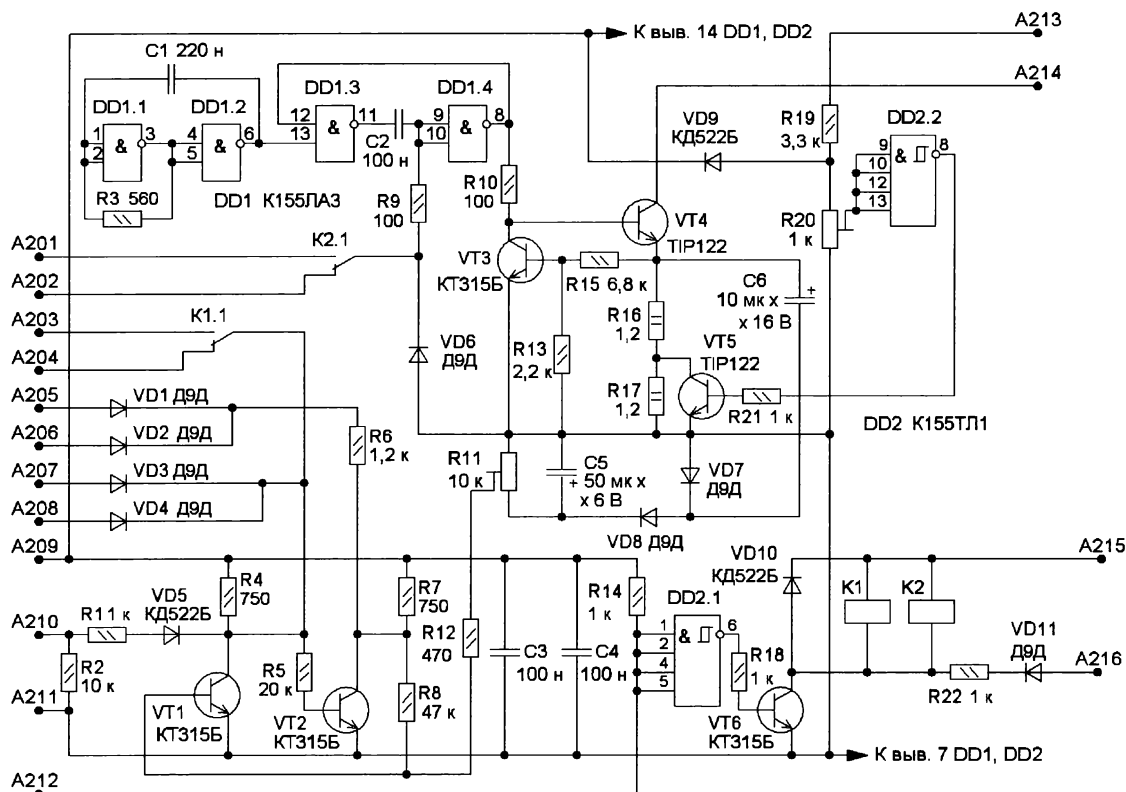


Рис. 3

вует напряжение высокого уровня, которое открывает ключевой транзистор VT4. В этом состоянии на входах 12, 13 элемента DD1.3 присутствует напряжение высокого уровня, поэтому на выводе 11 низкий уровень, конденсатор C2 разряжен. Генератор на элементах DD1.1, DD1.2 запускает одновибратор напряжением низкого уровня на выводе 13 элемента DD1.3. Частота генератора определяется цепью R3C1. В момент запуска одновибратора на выводе 11 элемента DD1.3 появляется напряжение, близкое к напряжению питания, и начинается зарядка конденсатора C2 через времязадающие резисторы, развязывающие диоды и один из открытых транзисторов VT1 или VT2 на общий провод устройства. Высокий уровень напряжения на выводах 9 и 10 элемента DD1.4, появляющийся во время зарядки конденсатора C2, переключает его, и на выходе этого элемента напряжение снижается до нуля, закрывая ключевой транзистор VT4. Низкий уровень на входе 12 элемента DD1.3 удерживает на его выходе высокий уровень, поддерживая ток зарядки конденсатора C2. Чем медленнее заряжается этот конденсатор, тем длиннее пауза в импульсе напряжения на электродвигателе. Как только конденсатор C2 зарядится, одновибратор переключится в начальное состояние и начнётся разрядка этого конденсатора через резистор R9, диод VD6 и выход элемента DD1.3 на общий провод.

Скорость вращения при прицеливании и при сверлении регулируется раздельными переменными резисторами. В момент прицеливания электродвигатель вращается свободно (назовём этот момент холостым ходом), и ток через электродвигатель небольшой. Датчиком тока электродвигателя служат резисторы R16, R17 в цепи эмиттера VT4, на них импульсы тока электродвигателя создают импульсное напряжение, которое выпрямляется диодами VD7, VD8, пульсации сглаживаются конденсатором C5. В зависимости от напряжения на конденсаторе C5 переключается триггер Шмитта на транзисторах VT1, VT2, его состояние определяет скорость вращения на холостом ходе или при сверлении. Подстроечным резистором R11 устанавливается порог переключения триггера, разделяющий холостой ход и сверление. К датчику тока подключён транзистор VT3 с делителем напряжения на резисторах R13, R15, он управляет ключевым транзистором VT4 так, что ток через него не повышается больше опасного для него.

Если выключатель SA1 (на рис. 1) разомкнут, триггер находится в начальном состоянии, напряжение на конденсаторе C5 ниже порога переключения триггера, транзистор VT1 закрыт, VT2 открыт, а светодиод HL1 (на рис. 1) светит с малой яркостью. Во время запуска одновибратора начинается зарядка конденсатора C2 через выход элемента DD1.3, резистор R9, нормально замкнутые контакты обесточенного реле K2, вывод A202, переменный резистор R1 (на рис. 1), вывод платы A205, развязывающий диод VD1, резистор R6 и участок коллектор—эмиттер открытого транзистора VT2. Переменным резистором R1 (см. рис. 1) регулируют скорость вращения двигателя во время холостого хода от минимального до ограниченного значения. В момент сверления нагрузка на электродвигатель возрастает, в результате повышается напряжение на конденсаторе C5. Триггер переключается так, что транзистор VT1 открывается, а VT2 закрывается, светодиод HL1 загорается с наибольшей яркостью. Теперь конденсатор C2 заряжается через резистор R9, нормально замкнутые контакты обесточенного реле K2, вывод A202, переменный резистор R2 (на рис. 1), вывод платы A207, развязывающий диод VD3 и участок коллектор—эмиттер открытого транзистора VT1. В этом случае переменный резистор R2 (см. рис. 1) определяет частоту вращения при сверлении, изменяя её от минимальной до максимальной.

В схеме регулятора предусмотрен переключатель тока, при котором срабатывает триггер Шмитта. Он переключается в зависимости от выпрямленного напряжения на конденсаторе C5, которое зависит от тока через электродвигатель. Когда используется электродвигатель с напряжением 12 В, такое напряжение поступает на вывод платы A213. Потом оно через делитель напряжения R19R20 поступает на объединённые входы 9, 10, 12, 13 логического элемента DD2.1. Подстроечным резистором R20 устанавливается напряжение на входе элемента DD2.1 так, чтобы оно было меньше напряжения его переключения, при этом на его выходе 8 устанавливается высокий логический уровень, который открывает транзистор VT5 и шунтирует резистор R17. Порог переключения триггера сохранится (установленный ранее подстроечным резистором R11), а ток через резистор R16 должен быть больше, чем ток через два включённых последовательно резистора R16, R17. Когда применяется двигатель с напряжением 24 В, то оно вызывает переключение

элемента DD2.1 и транзистор VT5 закрывается. В цепь протекания тока электродвигателя добавляется резистор R17.

Выключатель SA2 (на рис. 1) принудительно переключает триггер Шмитта на транзисторах VT1 и VT2, замыкая на общий провод устройства коллектор транзистора VT1. В этом случае скорость вращения регулирует только переменный резистор R2, а светодиод HL1 светит с наибольшей яркостью.

На рис. 4 показаны схемы педали и соединительного кабеля. Необходимо, чтобы соединительный кабель был экранированным. Переменный резистор R1 регулирует скорость вращения вала двигателя при сверлении, а переменный резистор R2 — при холостом ходе. Сопротивление резистора R1 зависит от угла положения плоскости платформы

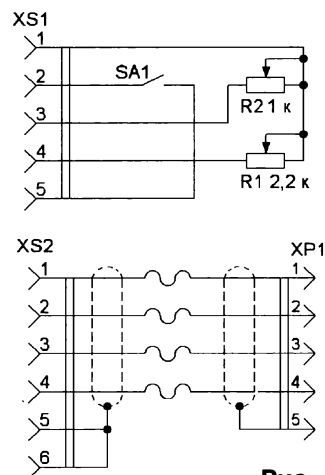


Рис. 4

относительно плоскости пола, положение платформы передаётся зубчатой передачей между платформой и валом переменного резистора. На валу переменного резистора R2 установлена большая рукоятка с насечкой, позволяющая вращать вал резистора R2 ногой. Выключатель SA1 в педали выполняет такую же функцию, что и SA2 в устройстве. Он выключает регулирование скорости вращения при холостом ходе, скорость регулируется одним резистором R1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саглаев С. Удобная микродрель. — Радио, 2009, № 9, с. 29, 30.
2. Глибин С. Приставка для управления микродрелью. — Радио, 2010, № 7, с. 30.
3. Гуреев С. Устройство питания сверлилки. — Радио, 2011, № 5, с. 33.
4. Еробкин И. Автомат-регулятор оборотов сверлильного станочка. — Радио, 2022, № 9, с. 38—40.

(Окончание следует)

Устройство защиты от перенапряжения с "жёстким" ограничением амплитуды

Часть 2.

Оптимизация релейной защиты

А. ВАСИЛЬЕВ, г. Санкт-Петербург

В статье рассматриваются вопросы оптимизации и соответствующего конструирования релейного разъединителя мгновенного действия — реле-автомата.

Она адресуется не только радиолюбителям, но и профессионалам, занимающимся конструированием перспективных устройств защиты электронной аппаратуры от перенапряжения.

На протяжении последних лет автор эпизодически продолжал развитие первой удачной конструкции автомата на основе стандартного "термобрейкера" [1, 2]. Положительные результаты представлены в журнальных публикациях [3, 4]. Недавние достижения в этом плане связаны с разработкой и оптимизацией основного изделия — "амплитудного ограничителя" [4]. Было показано, что защиту от перенапряжения в нестабильной сети рационально обеспечивать не цифровыми средствами, а аналоговыми, с мгновенным (синхронным) сопоставлением реального напряжения, включая все импульсы, с "уставкой" и "срезом" всего спектра перенапряжений.

Длительный опыт автора позволяет говорить об основных причинах стремительного насыщения рынка всевозможными цифровыми "реле напряжения". Они обусловлены появлением на рынке микроконтроллеров и индикаторов, позволяющих измерять сетевое напряжение и выполнять функции компаратора, и появлением мощных малогабаритных реле. Другими словами, обусловлены они соответствующими возможностями производства привлекательных изделий массового потребления. Современный интернет-взгляд на рынок показывает предельное насыщение его указанными изделиями.

Вместе с тем, мы видим отсутствие каких-либо критических статей по самому подходу к

решению главной задачи. В авторском поиске встретился пока только один краткий обзор ведущих моделей, раскрывающий лишь некоторые конструктивные недостатки [5]. Но первое же ознакомление с принципом (методом) цифрового измерения сетевого напряжения показывает противоречие решению задачи — осуществляется не мгновенное измерение амплитуды, а вычисление среднего значения за период по алгоритму для идеальной (гладкой) синусоиды. Можно сразу же сопоставить это "измерение" с мгновенным (синхронным) аналоговым сопоставлением реального значения напряжения относительно заданной стабильной уставки допустимого напряжения. Действительно необходимое мгновенное обнаружение превышения сетевого напряжения над допустимым значением подменяется в современных реле напряжения и прочих цифровых устройствах защиты "измерением" (в действительности вычислением) сильно сглаженной синусоиды напряжения. В типовых реле напряжения и стабилизаторах массового производства используются, как правило, обычные электромагнитные реле с электрической фиксацией акта отсечки, поскольку какие-либо автоматы напряжения не производятся, рост производства указанных реле снял задачу разработки реле-автоматов. Такой способ, хотя и позволяет автоматически восстанавливать рабочее состояние, но, кроме повышенных за-

трат и тепловыделения, имеет и функциональные недостатки. Электрическая память может быть сброшена внешним обесточиванием, а автоматическое повторное включение может часто не соответствовать (по времени) текущей ситуации и целям (задачам) пользователей. Чтобы не было электрического сброса памяти, реле, как правило, находятся под напряжением вместе с нагрузкой, но это приводит к частым перегрузкам контактов пусковыми токами современных импульсных блоков питания, особенно в щитовых реле напряжения [5]. Память отсечки и автоматическое восстановление дежурного состояния реле могут быть обеспечены также использованием уже широко производимых моделей с магнитной защёлкой. Однако, как и для обычных реле, восстановление рабочего режима будет происходить с перегрузкой контактов пусковым током.

Реле-автоматы с механической фиксацией целесообразны, конечно, лишь для условий с редкими перенапряжениями. Такие условия как раз и создаёт разработанный автором ограничитель амплитудного напряжения [4]. Соответственно, он позволяет отказаться и от автоматического восстановления дежурного режима реле-автомата. Можно сказать, что обеспечение им очень редких отсечек устанавливает соответствие используемого реле-автомата логике и опыту, которые говорят, как и в токовой защите, реле-автомат

должен пропускать все рабочие токи через постоянно замкнутые контакты с необходимой для установленного интервала тока проводимостью и мгновенно размыкать цепь по сигналу опасного перенапряжения, с механической фиксацией отсечки. Надо отметить здесь и его надёжность с малым потреблением энергии в "дежурном" режиме. В случае пробоя балластного транзистора или других он превращается в реле защиты. Таким образом, реле напряжения занимают свою потребительскую сферу, представленную холодильными и прочими аппаратами непрерывного или автоматического функционирования. А сфера защиты электронной аппаратуры, на взгляд автора, ещё не обеспечена эффективными устройствами. Да и классические щитовые автоматы по току дополняются пока лишь защитными автоматами по перегрузке [1]. В то же время хорошо известно, что перегрузки и её последствия часто наступают именно по причине пробоя изоляции повышенным напряжением, защита от которого всё ещё, надо сказать, оставляет желать лучшего.

пространённых реле и термоавтоматов, по крайней мере, для электронной аппаратуры на ток до 10 А. Опыт использования первых моделей и экспериментальные работы по недавно разработанным реле-автоматам позволяют представить следующую условную классификацию автоматических расцепителей (автоматов) по виду механизма расцепления с фиксацией:

1. Пружинно-шторочный с электромагнитным толкателем (на основе термо-автомата).

2. Электромагнитный с толкателем-расцепителем.

3. Якорно-шторочный (на основе классического реле): а) с подпружиненной шторкой, б) непосредственный, в) рычажный.

4. Якорно-храповичный: а) непосредственный, б) рычажный.

5. Контактно-храповичный.

Опыт конструирования и использования автомата первого типа представлен в первой статье [2]. За более чем десятилетний опыт эксплуатации в различных моделях защитных устройств какие-либо отказы не случались. Второй тип опробован в экспериментальных работах, показал достаточное быстродействие и воз-

лей ограничителя напряжения. Недавно он был экспериментально опробован и на основе современного реле G2R (Omron). Этот и другие, можно сказать, проектно-экспериментальные типы рассмотрим ниже. Они разрабатывались и изготавливались автором на основе имеющихся в распоряжении реле — РЭС6 и G2R. Испытания показали высокое быстродействие (1...3 мс) и достаточную конструктивную надёжность. Надо заметить, что все представленные конструктивные решения могут быть использованы, очевидно, в реализации автоматов универсального назначения как исполнительных расцепителей по сигналам превышения напряжения или тока.

Рассмотрим далее основные решения по типам 3—5 достаточно подробно (кроме 3а). В процессе разработки выяснилось, что реле РЭС6, до сих пор широко предлагаемое современным рынком [6], может быть очень просто превращено в необходимый автомат с фиксацией отсечки, путём небольшой коррекции контактной группы и изготовления всего двух простых деталей — шторки и поводка якорной пластины. По электрическим параметрам (допустимый ток контактов до 6 А при напряжении менее 30 В, материал контактов Cr999, напряжение коммутации — до 300 В, а по изоляции контактов — до 500 В) это реле, с учётом редких одиночных отсечек, их мгновенности (менее 3 мс) и преимущественно ёмкостной нагрузки (импульсные блоки питания электронной аппаратуры), вполне допустимо для использования в качестве автомата с нагрузкой до 3...4 А, что вполне достаточно для бытовой электронной аппаратуры [7, с. 37]. Кстати, неоднократная проверка сопротивления контакта (по общим данным — 0,6 Ом, без указания тока) на сетевом токе 1 А показывала значение менее 0,05 Ом (к тому же она может быть уменьшена усилением давления, поскольку будет использоваться лишь размыкающий контакт).

Доработка реле с одним переключающим контактом, хотя имеются реле и с двумя размыкающими контактами, достаточно проста. Подготовка контактной



Рис. 1

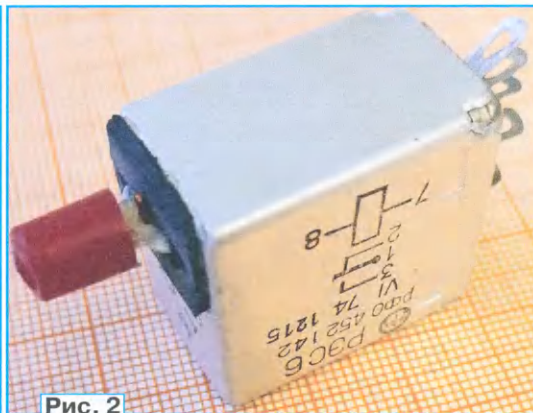


Рис. 2

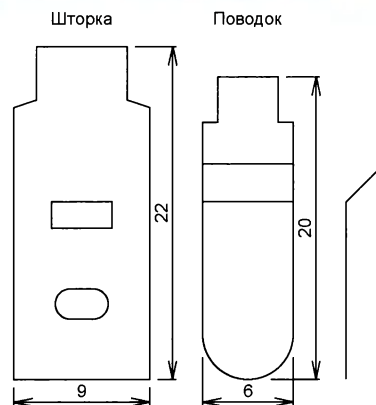


Рис. 3

Длительный опыт автора по разработке защитных устройств показал, что электромагнитные автоматы отсечки могут изготавливаться на основе широко рас-

можности успешного применения. Тип 3а был реализован автором на основе мощного реле РП21 [3] и показал достаточную надёжность в одной из моде-

Доработка реле с одним переключающим контактом, хотя имеются реле и с двумя размыкающими контактами, достаточно проста. Подготовка контактной

группы и пластины якоря заключается в следующем. Необходимо предельно (до кожура) отогнуть все контактные пластины, немного усиливая прижатие замкнутых. Отличительная особенность реле РЭС6 — пара кон-

течение нескольких лет эксплуатации) не привело к какому-либо повреждению, даже без пропитки обмотки. В рассматриваемых реле провод катушки заметно тоньше, поэтому видится необходимым и достаточным превыше-

“осечки” срабатывания автомата. Для разрядки конденсатора С3 через резистор R3 и катушку можно просто замыкать диод VD6 в этой цепи.

Конденсатор С1 может быть любого типа. В авторских испытаниях использовался старый конденсатор КБГ-МН ёмкостью 6 мкФ. Добавочный конденсатор С2 предотвращает открытие тиристора от повышенной скорости нарастания напряжения du/dt . Конденсатор С1 обеспечивает реальный фронт и начальный процесс импульса отсечки, а тиристор VS1, открываясь перед пиком полуволны, — необходимую длительность действия импульса сетевого напряжения. При ёмкости конденсатора С1 6,8 мкФ возможны испытания без тиристора. В этом случае кнопку надо включить после конденсатора. С целью безопасности надо накрыть все конденсаторы какой-либо тяжёлой коробкой!

По результатам авторских испытаний рассмотренного выше реле (делалось семь отсечек) расчётная длительность оказалась 1,5...2,5 мс (зависит от колебаний напряжения в сети). Столь высокое быстродействие хорошо объяснимо — прежде всего, размерами реле, малым ходом якоря и ничтожными зазорами, да и током катушки, который примерно в десять раз больше номинального. Надо учитывать также, что в паспортных данных указывается время для всего переключающего контакта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматы защиты. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/056/DO C000056260.pdf> (27.03.25).
2. Васильев А. Быстродействующее устройство защиты от перенапряжения. — Радио, 2020, № 2, с. 28—30.
3. Васильев А. Мощный ограничитель напряжения сети с механической фиксацией отсечки. — Радио, 2022, № 4, с. 24—27.
4. Васильев А. Устройство защиты от перенапряжения с “жёстким” ограничением амплитуды. — Радио, 2025, № 4, с. 22—27.
5. Обзор реле напряжения — устройств защиты от недопустимых колебаний в питающей сети. — URL: <https://www.ixbt.com/supply/voltage-relay-digitop-volt-control-rbuz-review.html> (27.03.25).
6. Реле РЭС6. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/524/DO C040524306.pdf>, <https://eandc.ru/pdf/rele/res6.pdf> (27.03.25).
7. Раннев Г. Г., Сурогина В. А., Калашиников В. И. Мощные электромагнитные реле. Справочник инженера. Под редакцией Г. Г. Раннева. — СПб., 2001, 152 с.

(Окончание следует)

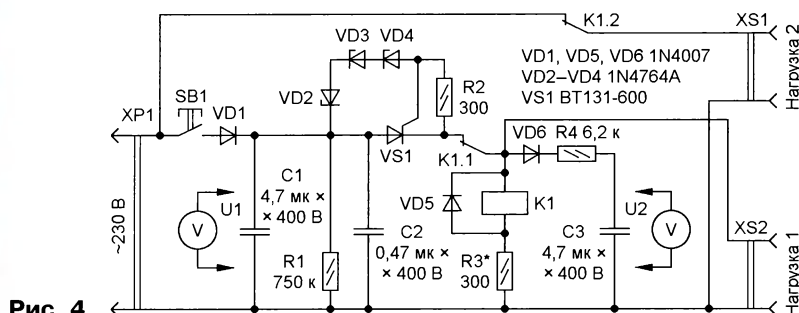


Рис. 4

тактов на каждой пластине и полусферическая их форма, что позволяет обеспечить устойчивую фиксацию шторки в двух положениях при рабочем ходе всего 2,5...3 мм. После отгиба пластин необходимо обжать (узкими плоскогубцами) с двух сторон нижнюю часть пластины якоря со стационарной пластиной для наиболее плотного их смыкания. Всё это обеспечит необходимый рабочий ход якоря.

Опытная модель доработанного реле показана на рис. 1 и рис. 2.

Эскизы деталей изображены на рис. 3. Для шторки подойдёт плотный текстолит толщиной около 0,5 мм, а для поводка — латунная или стальная полоска примерно такой же толщины, жёсткая, но с возможностью подгиба. При изготовлении шторки надо обеспечить её минимальный люфт около контактов по вертикали. Поводок приклеивают к якорной пластине секундным клеем “Монолит”. Щель в кожухе для шторки делают шире, чем надо (по инструменту), потом закрывают полоской резины. Ширину выступающей части шторки можно существенно уменьшить, если поводок сделать из отрезка стальной проволоки диаметром 0,8...1 мм, который можно приварить к якорю или закрепить тем же клеем через приклеенный мини-уголок с отверстием.

Представленная выше конструкция обеспечивает высокую скорость отсечки вследствие малого хода якоря со шторкой при минимальном люфте относительно размыкающихся контактов. В этом плане важен и сам “ударный импульс” электромагнита, то есть высокая скорость шторки. Например, в первом электромагните для “термобрейкера” ток импульса отсечки достигал 6 А при диаметре провода катушки электромагнита 0,1 мм. Многократное срабатывание (в

ние рабочего тока в импульсе лишь до десяти рабочих значений. За счёт этого расчётное быстродействие явно выше указанного для реле в его паспортных параметрах.

Если измерение быстродействия необходимо для официального подтверждения (с протоколом измерений и достаточной точностью), то это можно сделать не каким-либо специальным прибором, а посредством простого устройства, имитирующего импульс отсечки в рабочем режиме, но при нормальном напряжении (поправка пропорциональна напряжению). Схема изображена на рис. 4. Длительность импульса достаточно точно определится по формуле $t = \tau \cdot U_2/U_1$, где $\tau = R_2 \cdot C_2$ (много больше длительности импульса).

“Гарантированный запас” по скорости отсечки создаёт как сама “точка отсечки” (на “полке” полуволны), так и ударный импульс электромагнита. Надо заметить также, что добавочный резистор в цепи катушки реле полезно уменьшает постоянную времени — L/R . Его сопротивление определяется номинальным током реле и примерно десятикратным увеличением его в импульсе отсечки. Поэтому наиболее подходящими видятся реле на напряжение 12 В, которые имеют более толстый провод катушки. Диод VD5 увеличивает длительность “ударного” импульса (за счёт ЭДС самоиндукции) уже при разомкнутом контакте. В рабочем устройстве это обеспечивается мостом питания и тиристором.

Плёночный конденсатор С3 можно составить из нескольких, но общую ёмкость, как и сопротивление резистора R4, необходимо обязательно измерить точным мультиметром. Автор использовал МУ64, у которого погрешность измерения ёмкости — $\pm 4\%$. Допустимое напряжение 400 В необходимо, даже на случай

Часы с метеостанцией на основе дисплея покупателя от кассового аппарата

В. ВАТРУШИН, г. Санкт-Петербург



Однажды ко мне в руки попал дисплей покупателя Datecs DPD-201 от кассового аппарата. Основой этого дисплея является вакуумно-люминесцентный индикатор с двумя строками по 20 символов в каждой. Забегая вперёд, следует отметить, что схемотехника многих подобных дисплеев примерно одинакова, и всё описанное ниже можно применить и ко многим другим моделям, возможно, с минимальными изменениями в программной

части. Что из такого дисплея можно сделать для дома? Например, красивые многофункциональные часы с достаточно большим объёмом выводимой информации.

В результате проделанной работы в штатном корпусе дисплея было изготовлено устройство, состоящее из часов реального времени и внутрикомнатной миниметеостанции (температура, влажность, атмосферное давление). Яркость автоматически

регулируется в зависимости от освещённости в помещении. Одна из строк показывает текущее время и температуру окружающей среды. Смена показаний времени происходит с анимацией процесса. На второй строке в режиме бегущей строки выводится информация о текущей дате, влажности воздуха и атмосферном давлении. Места отображения данных на экране периодически изменяются, а в качестве бонуса при смене рас-

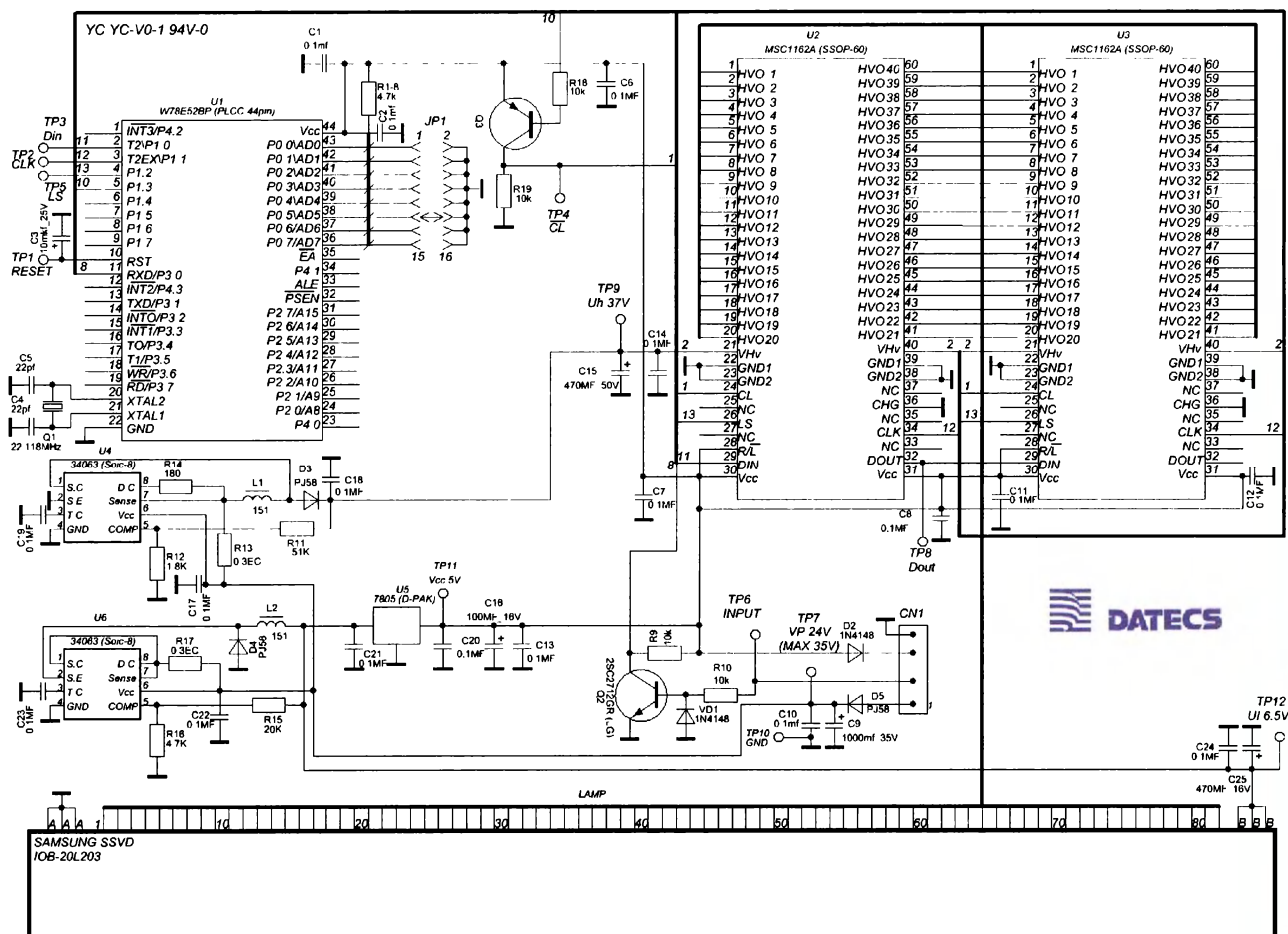


Рис. 1

Аппаратная часть. Для изготовления устройства было решено использовать МК серии ATmega328, его ресурсов достаточно для реализации всего задуманного функционала, а также добавления ряда "красивостей" при выводе информации. Были изготовлены три новых узла, каждый из которых размещается на отдельной печатной плате. Схема узла МК показана на **рис. 2**. Кроме МК, он содержит микросхему часов реального времени DD2 (DS3231) с резервным гальваническим элементов G1 типоразмера CR1220, а также источник звука — активный акустический излучатель HA1. Второй узел — кнопки управления (**рис. 3**), здесь использована простая двухпроводная схема,

нажатая кнопка определяется по уровню аналогового сигнала. Третий узел (**рис. 4**) содержит микросхему датчика давления, температуры и влажности DD4 (BME860), микросхему датчика освещённости DD5 (BH1750FVI-TR), а также необходимые для их работы стабилизатор напряжения 3,3 В DA1 (TPS78233DDCR) и преобразователь уровней сигналов DD3 (PCA9306DCTR). Обмен информацией между МК и узлом датчиков происходит по протоколу I²C.

не освещённости, вследствие чего была применена недорогая микросхема датчика освещённости с цифровым интерфейсом.

Резисторы R1—R3, R10, R11 — подтягивающие, их номинал может отличаться в некоторых пределах без влияния на функционирование устройства. Резисторы R5, R7, R8 определяют уровень сигнала на входе АЦП МК, обрабатывающем нажатия на кнопки управления SB1—SB3. Хотя в программном коде предусмотрен определённый интервал

текстолита толщиной 1 мм. Весь монтаж выполняется SMD-компонентами. Печатная плата узла МК показана на **рис. 5**, а схема размещения на ней элементов — на **рис. 6**. Присутствующий на плате элемент 0 — SMD-резистор нулевого сопротивления, используется в качестве перемычки. Чертёж печатной платы узла кнопок показан на **рис. 7**. Симметричное расположение элементов обеспечивает возможность монтажа в положении, соответствующем рабочему расположению изделия вниз или вверх опорой. Режим выбирают с помощью кнопки SB3, кнопками SB1 и SB2 можно увеличивать или уменьшать устанавливаемые значения.

Плата узла датчиков выполнена из двустороннего фольгированного стеклотекстолита (**рис. 8**), на одной стороне которой находятся сами датчики, на другой — все остальные компо-

Рис. 5

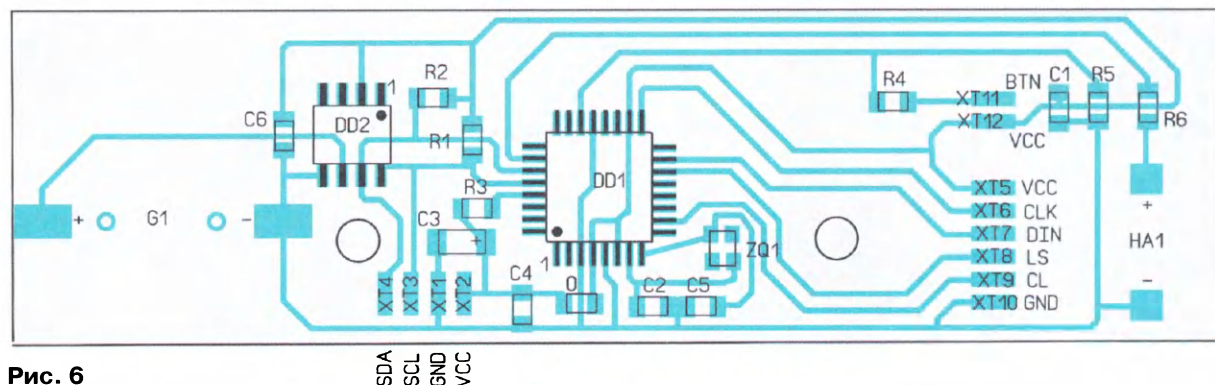
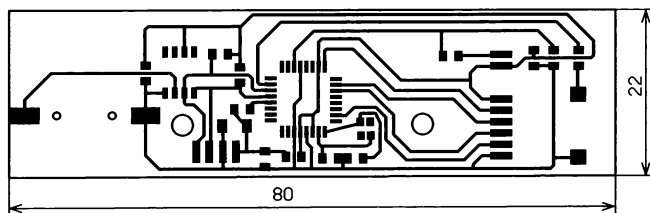


Рис. 6

Забегая вперёд (подробнее в описании программной части), следует отметить, что из-за некоторых вынужденных особенностей реализации использовать встроенный программный генератор звука оказалось проблематично, поэтому пришлось применить акустический сигнализатор со встроенным генератором. Также возникли определённые сложности с попыткой использования фоторезистора в качестве источника информации об уров-

значений напряжения для каждой из кнопок, рекомендуется в качестве этих резисторов брать экземпляры с минимальным отклонением от номинала.

Большинство конденсаторов в схеме, кроме C2 и C5, используются в качестве помехозащитных, точность номинала не имеет большого значения, важно их расположение на печатной плате. Печатные платы узлов МК и кнопок выполнены из одностороннего фольгированного стекло-

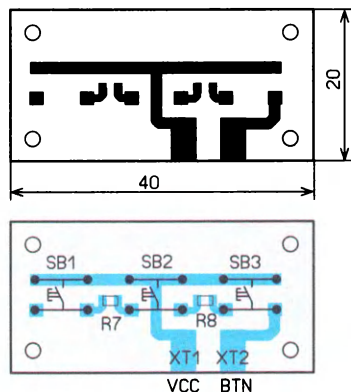
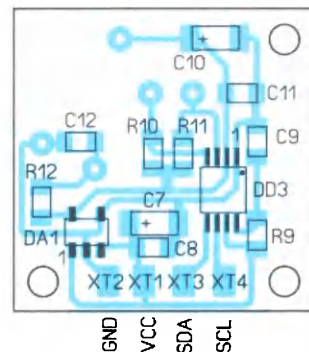


Рис. 7

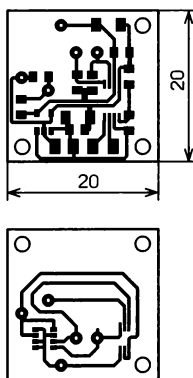


Рис. 8

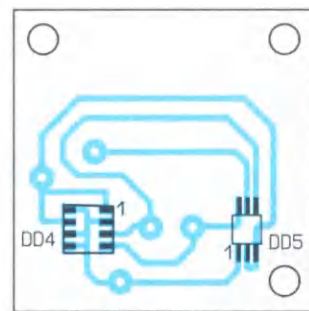


Рис. 9

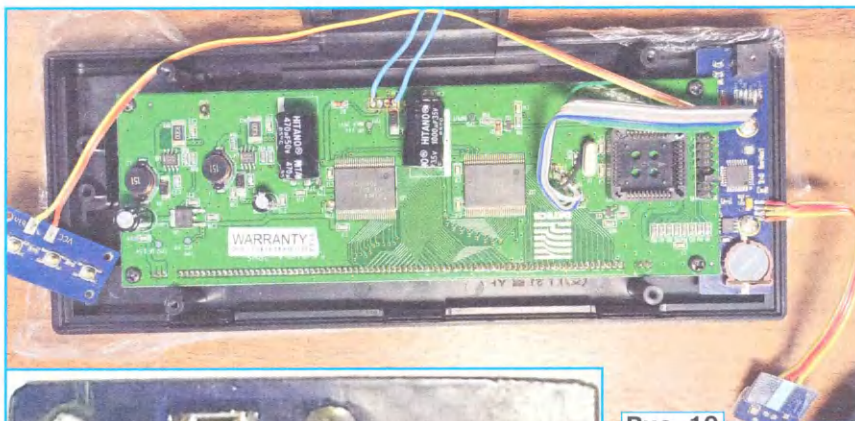


Рис. 10

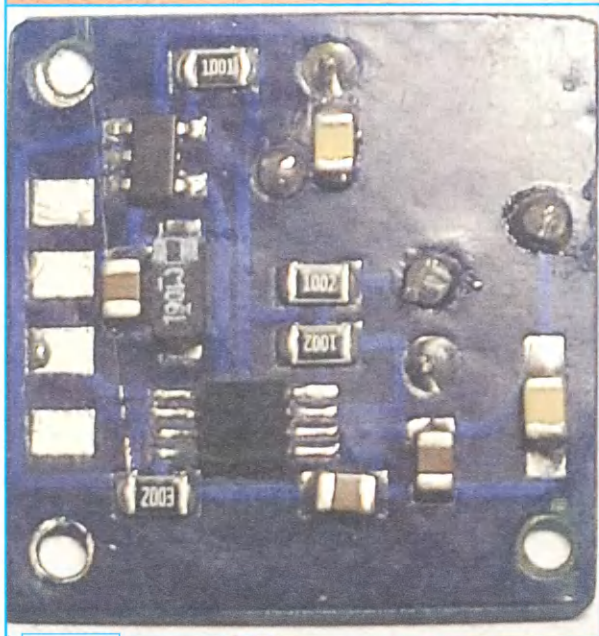


Рис. 11

ненты (рис. 9). Это сделано с целью корректного монтажа датчиков в корпус устройства. Согласно datasheet датчика BME860, плата имеет три точки крепления к корпусу вместо четырёх, обоснование этого требования можно найти в соответствующем документе. При наличии возможности желательно изготовить плату с металлизацией отверстий.

Применены резисторы и керамические конденсаторы типоразмера 0805, оксидные конденсаторы — танталовые типоразмера А, кварцевый резонатор — серии NX2520SA на частоту 16 МГц. Соединения между платами выполнены с помощью изолированных проводных шлейфов, можно применить и отдельные провода.

Отмечу, что монтаж узла датчиков требует наличия паяльной станции (для монтажа BME860 требуется фен), а также определённой точности и аккуратности, ввиду его размеров и размеров применённых компонент. К тому же на плате находится наиболее дорогостоящий компонент устройства — датчик температуры, влажности и давления BME860. По этой причине предусмотрена

корректная работа устройства полностью без платы датчиков либо только с одним. В случае отсутствия датчика света будет максимальная яркость. При отсутствии датчика BME860 на дисплее не будет отображаться информация о температуре, давлении и влажности.

Управление настройками производится с помощью трёх кнопок. Удержание кнопки смены режимов в течение секунды приводит к переходу системы в режим настроек. При нахождении в этом режиме

кратковременное нажатие на ту же кнопку производит циклический переход по изменяемым параметрам. Две другие кнопки, в режиме настроек, отвечают за увеличение/уменьшение значения настраиваемого параметра, в рабочем режиме их нажатия игнорируются. Для выхода из режима настроек удерживайте кнопку смены режимов в течение секунды. Также выход из режима настроек произойдёт автоматически при отсутствии нажатий на кнопки в течение 40 с.

Программная часть. Для запуска устройства в работу достаточно запрограммировать МК. Для желающих разобраться в принципах работы, а также внести изменения и улучшения на свой вкус на сайте выложены все исходные коды. Разработка производилась в среде Arduino IDE, исходные тексты приведены в формате этой системы. Код по большей части не должен вызывать затруднений в чтении. Места с относительно сложными конструкциями имеют дополнительные комментарии.

Отдельно хочу отметить момент, который может показаться

странным — выполнение достаточно "тяжёлого" блока кода (вывод информации на дисплей) непосредственно внутри прерывания. Проблема в том, что общепринятый подход к этой ситуации, т. е. установка флага в прерывании, и далее выполнение определённой процедуры, если он установлен, приводит к тому, что процедура выполняется с некоторым, хотя и очень небольшим, разбросом по времени. В целом это не критично, но визуально проявляется как движение бегущей строки. Неравномерность хоть и небольшая, но заметная, что делало работу уст-

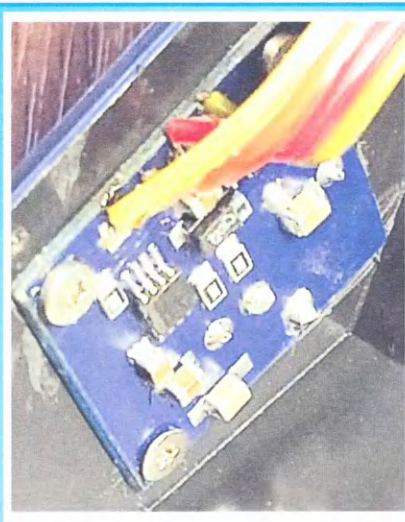


Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14



Рис. 15

ройства некрасивой, а автора — недовольным. С целью ликвидации этой проблемы и была выполнена реализация нестандартного (и отчасти некрасивого) подхода с выполнением большого фрагмента кода непосредственно в прерывании. К сожалению, это повлекло за собой другие проблемы. Во-первых, невозможность использования программного генератора звука (он также основан на работе прерываний) и, как следствие, необходимости применения активного акустического излучателя. Во-вторых, в этом случае начинает некорректно работать опрос двух

входов АЦП МК, вследствие чего на одном входе были оставлены только кнопки управления, а датчик освещённости применён с цифровым интерфейсом.

Монтаж устройства. Плата МК установлена в корпусе рядом со штатной платой дисплея (рис. 10), её небольшие габариты и малый типоразмер элементов питания часов реального времени позволяют разместить её таким образом. Смонтированная печатная плата датчиков показана на рис. 11.

Платы кнопок и датчиков закреплены винтами М2 на боковых панелях крышки дисплея, плата

датчиков — вплотную (рис. 12), а плата кнопок — через текстолитовые шайбы (рис. 13). Для кнопок и датчиков необходимо предварительно сделать отверстия в крышке (рис. 14, рис. 15). Отверстие для датчика ВМЕ860 желательно сделать в соответствии с рекомендациями, изложенными в его документации. Плата кнопок управления может быть смонтирована в одном из двух положений, которое можно выбирать исходя из предполагаемого способа установки готового изделия — в прямом или перевернутом виде, так как для управления удобнее, чтобы кнопка выбора режима была нижней, а кнопка увеличения значения — верхней.

Для питания устройства используется внешний БП с выходным напряжением 9...12 В. Это напряжение питания подаётся на штатную плату дисплея. Напряжение +5 В для платы МК поступает со штатной платы после стабилизатора напряжения. Потребляемый ток относительно невелик, он не превышает 150 мА даже на максимальной яркости, что позволяет использовать малогабаритный БП.

От редакции. Файлы для программирования микроконтроллера, чертежи печатных плат в редакционном и авторском исполнении, а также видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2025/08/clock.zip> на нашем FTP-сервере.

Резервирование питания дистанционного извещателя температуры

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Для контроля за температурой в дачном доме и на садовом участке автор приобрёл GSM-извещатель SimPal-T2 отечественного производства с двумя датчиками — встроенным и выносным. Этот прибор также сигнализирует об отключении и восстановлении электропитания, но после отправки СМС об отключении прекращает работу из-за отсутствия резервного аккумулятора, и контроль за температурой становится невозможным. Было решено установить в него резервный аккумулятор.

Для питания основных цепей в GSM-извещателе SimPal-T2 [1] установлен преобразователь напряжения сети 230 В в постоян-

ное 12 В. Для выдачи сообщения о пропадании сетевого напряжения используются два последовательно включённых ионис-

тора ёмкостью 5 Ф и номинальным напряжением 2,5 В. Для обеспечения возможности контроля температуры при отсутст-

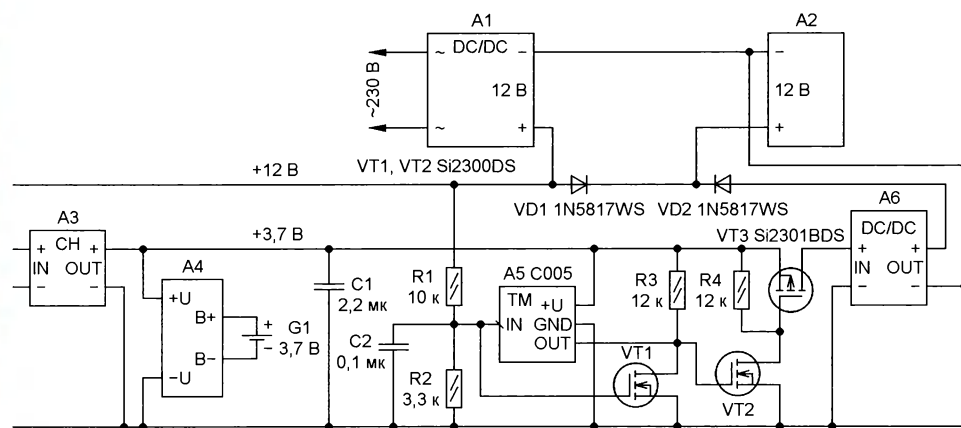


Рис. 1

вии сетевого напряжения в устройство был установлен литий-ионный аккумулятор типоразмера 18650 ёмкостью 3 А·ч.

Схема доработки приведена на рис. 1. На этой схеме A1 — модуль штатного преобразователя напряжения сети в 12 В, A2 — модуль основного блока извещателя, обеспечивающего все его функции. В доработанном устройстве при наличии сетевого напряжения он получает питание от преобразователя A1 через диод VD1.

При наличии сетевого питания через зарядное устройство A3 и защитный модуль A4 заряжается аккумулятор G1. Модуль A4 предохраняет аккумулятор от перезарядки, что излишне, поскольку зарядное устройство A3 обеспечивает такую защиту, и от перезарядки, ради чего она и установлена. Если в аккумуляторе встроена такая защита, модуль A4 не нужен.

С делителя R1R2 напряжение 3 В поступает на затвор транзистора VT1, близкое к нулю напряжение с его стока закрывает транзистор VT2, закрыт и транзистор VT3. Напряжение с аккумулятора G1 не проходит на преобразователь A6.

Узел A5 — таймер с маркировкой C005. Пока напряжение на его входе не меняется, его выходной транзистор закрыт и не оказывает влияния на подключённые к выходу таймера транзисторы VT2 и VT3.

При пропадании сетевого питания напряжение 12 В плавно уменьшается. Уменьшается и напряжение на входе запуска таймера A5, когда оно доходит примерно до 1,3 В, таймер запускается, его выходной транзистор включается и, аналогично VT1, поддерживает транзисторы VT2, VT3 и преобразователь A6 в вы-

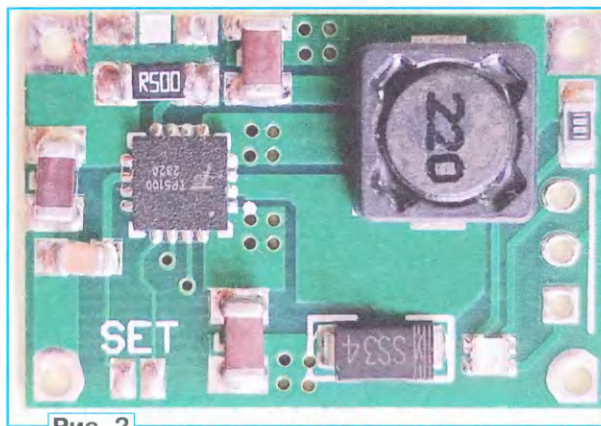


Рис. 2

ключенном состоянии. Напряжение питания на основной блок извещателя A2 не поступает, и за счёт энергии упомянутых выше ионисторов он однократно посылает СМС с сообщением об исчезновении напряжения питания.

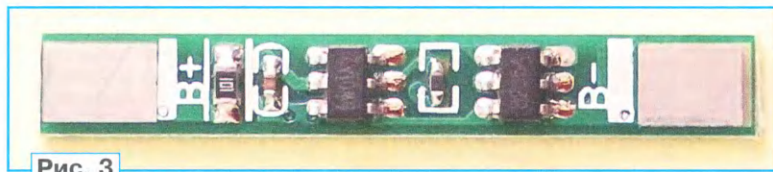


Рис. 3

Спустя примерно 20 с выходной транзистор таймера закрывается, поскольку транзистор VT1 также закрыт, транзисторы VT2 и VT3 открываются и напряжение от аккумулятора включает преобразователь A6. Напряжение 12 В с его выхода через диод VD2 поступает на основной блок извещателя A2, и он посылает сообщение о восстановлении сетевого питания. С этого момента можно контролировать температуру с датчиков извещателя, направляя СМС с соответствующим запросом.

Когда напряжение сети восстановится, заработает преоб-

разователь A1, транзистор VT1 откроется, транзисторы VT2 и VT3 закроются, работа преобразователя A6 прекратится, продолжится штатная работа устройства. К сожалению, сообщение о восстановлении напряжения сети не придёт.

Если сетевое напряжение не восстановится, а аккумулятор разрядится до 2,8 В, защитный модуль отключит аккумулятор, питание преобразователя A6 и блока извещателя A2 прекратится, извещатель выдаст сообщение об исчезновении напряжения питания, контроль температуры станет невозможным.

Модуль A3 — зарядное устройство [2] на микросхеме TP5100 (рис. 2), размеры платы — 17,2×25,1 мм. Для уменьшения нагрузки на штатный преобразователь A1 ток зарядки аккумулятора G1 установлен небольшим — 200 мА, для чего токозадающие резисторы преобразователя сопротивлением 0,1 Ом, включённые параллельно, выпаены, и вместо них установлен один резистор 0,5 Ом.

Защитный модуль A4 — на основе микросхемы DW01 [3] (рис. 3), размеры платы — 4,1×28,3 мм. Плата обычно поставляется с никелевыми лентами для их приварки к выводам аккумулятора. Ленты приварены к никелевым пластинам, которые, в свою очередь, припаяны к площадкам платы, для использования в

этом устройстве ленты с пластинами от платы отпаяны.

Плата таймера A5 имеет маркировку C005 [4], однако её выводы никак не помечены, и на рис. 4 их обозначения показаны условно, размеры платы — 12×12,2 мм. Таймер запускается спадом сигнала на входе IN и имеет очень широкий интервал обрабатываемых задержек — от 4 с до 40 дней. Задержка определяется устанавливаемым на плату резистором и запаиванием двух перемычек. В этой конструкции впаян резистор сопротивлением 51 кОм, для него выдержка равна около 20 с.

Таймер очень чувствителен к помехам в цепях питания и запуска, для их подавления установлены конденсаторы С1 и С2. Кроме того, следует иметь в виду, что вход таймера имеет вытекающий ток около 30 мкА.

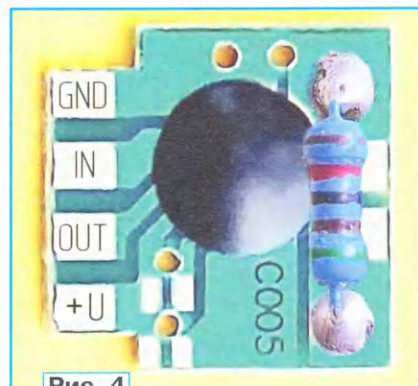


Рис. 4

Использованные транзисторы Si2300DS и Si2301BDS имеют порог открывания 0,45...1 В и очень малое сопротивление (десятки миллиом) в открытом состоянии при напряжении на затворе 2,5 В. Некоторое неудобство их использования состоит в том, что они выпускаются только в корпусе SOT-23-3 для поверхностного монтажа. При подборке замены этих транзисторов надо использовать такие, у которых пороговое напряжение менее 1 В (это важно для VT1) и нормировано сопротивление канала при напряжении на затворе 2,5 В, для VT3 оно не должно превышать 0,2 Ом. Можно заменить их на биполярные соответствующей структуры с большим коэффициентом передачи тока базы и соответственно рассчитанными токозадающими резисторами в цепи баз.

Все узлы дорабатываемого устройства установлены на печатную плату размерами 30×95 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы и расположение элементов показаны на рис. 8.

Для установок узлов устройства к их контактным площадкам следует подпаять отрезки медных лужёных проводов диаметром 0,4...0,5 мм и с их помощью закрепить узлы на основной плате с зазором 4...5 мм. Для подключения аккумулятора и цепей плат извещателя А1 и А2 использованы штыри диаметром 1 мм от разъёма РС, они впаяны в печатную плату. К проводникам от этих цепей подпаяны укороченные гнезда от таких же разъёмов.

На этой же плате на стороне печатных проводников установлены диоды VD1 и VD2. Исполь-

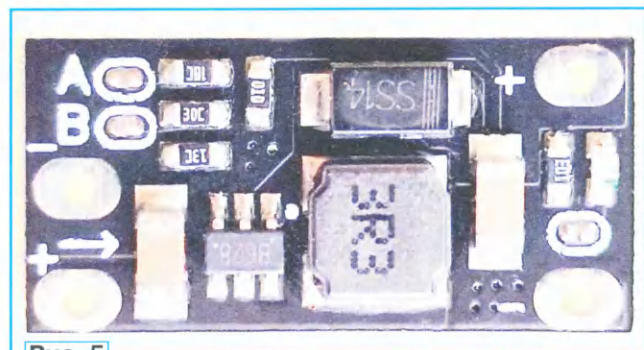


Рис. 5

В качестве А6 использован повышающий DC/DC преобразователь на микросхеме SDB628 [5], размеры платы — 11,2×22,1 мм (рис. 5). Эта микросхема допускает минимальное входное напряжение меньше 2 В и работает на частоте 1,2 МГц. Преобразователь интересен также тем, что его выходное напряжение 5/8/9/12 В устанавливается сочетаниями замыкания двух переключателей — А и В, для 12 В необходимо запаять обе переключки. На плате преобразователя есть ещё одна (не маркированная) переключка, её замыкание подключает к выходу имеющийся на плате светодиод. Это удобно при проверке устройства. Иногда эти преобразователи поставляются с впаянными переключками.

Микросхема SDB628 имеет вход разрешения работы, однако использовать его в предлагаемом устройстве нельзя. При соединении этого входа с общим проводом преобразователь прекращает свою работу, но входное напряжение через дроссель и диод платы проходит на выход. При свежезаряженном аккумуляторе напряжение на выходе будет почти 4 В, что приведёт к непредсказуемому режиму работы основного блока извещателя А2.

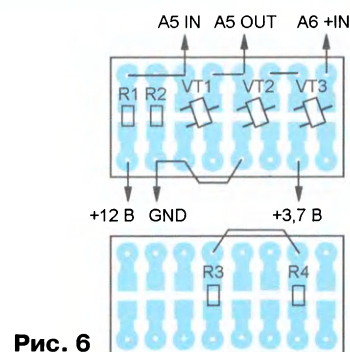


Рис. 6

Резисторы и транзисторы устройства установлены на печатной плате размерами 10,5×20,5 мм. На этой плате на расстоянии 7,62 мм друг от друга выполнены два ряда по восемь металлизированных отверстий с шагом 2,54 мм и пары контактов для элементов, предназначенных для поверхностного монтажа. На рис. 6 схематически показаны установка элементов на плате и подключение к ней цепей устройства, на рис. 7 приведена фотография платы с установленными элементами. Резисторы R3 и R4 смонтированы на обратной стороне платы.

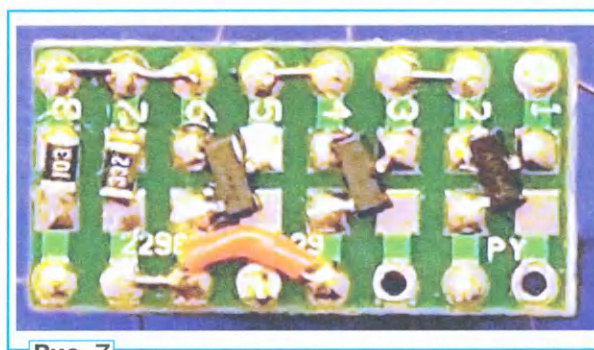


Рис. 7

зованы диоды Шоттки для поверхностного монтажа, можно применить аналогичные диоды в обычных корпусах.

Конденсаторы — КМ-6. Конденсатор С2 подпаян непосредственно к контактным площадкам таймера А5 и установлен под его платой.

Плата с узлами и аккумулятор установлены в пластмассовый корпус размерами 100×60×25 мм.

Аккумулятор установлен в соответствующий держатель. Следует иметь в виду, что продаваемые в интернет-магазинах держатели (пеналы) бывают, по крайней мере, двух типов — с выводами из проводов и с выводами в виде лепестков. В держатель с выводами из проводов 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 бокорезами их высоту.

Проверку устройства необходимо произвести в несколько приёмов. Вначале следует проверить плату по схеме рис. 6. Для этого к выводам А6 +IN и GND платы подключают любой светодиод с последовательным ограничительным резистором сопро-

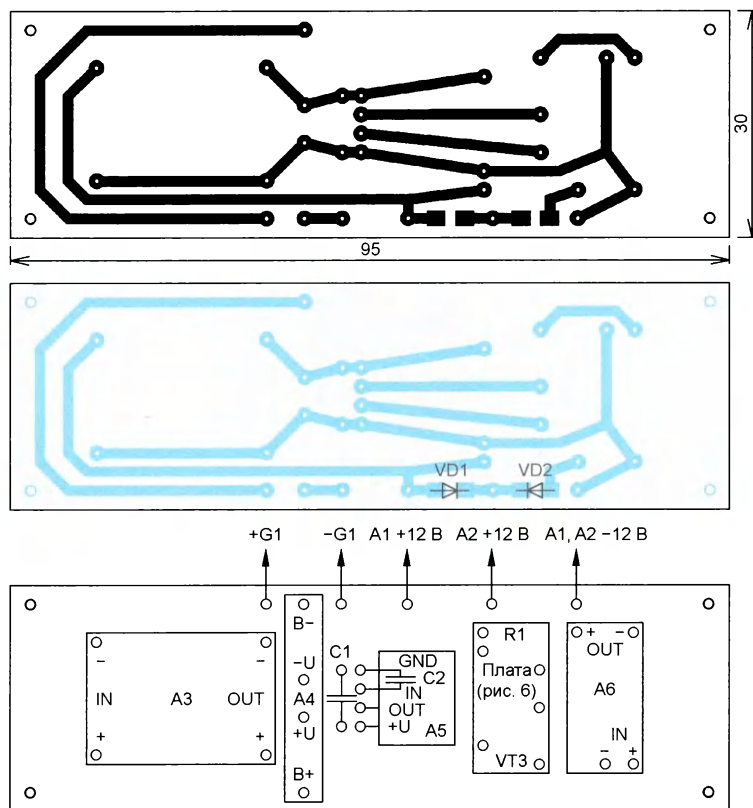


Рис. 8

тивлением 510 Ом, к выводам +3,7 В и GND — источник питания напряжением 3,5...5 В, а к выводам +12 В и GND — регулируемый источник 12 В, светодиод светиться не должен. Плавное уменьшая напряжение 12 В, следует убедиться, что при его снижении примерно до 1,5...4 В светодиод включится.

Собирают плату по рис. 8 и устанавливают вместе с держателем аккумулятора в корпус. К выводам A2 +12 В и A1, A2 -12 В платы подключают резистор сопротивлением 510 Ом и вольтметр, к выводам A1 +12 В и A1, A2 -12 В — регулируемый источник 12 В, светодиод красного свечения на плате зарядного устройства A3 должен включиться. К выводам +G1 и -G1 подключают последовательно соединённые почти полностью заряженный аккумулятор и миллиамперметр, должен появиться зарядный ток, не превышающий 200 мА. Ток зарядки зависит от степени заряженности аккумулятора. У преобразователя A6 должна быть запаяна немаркированная перемычка, но его светодиод при подаче сетевого питания светиться не должен.

Выключают из сети источник питания 12 В. Напряжение на его выходе начнёт снижаться, светодиод красного свечения на пла-

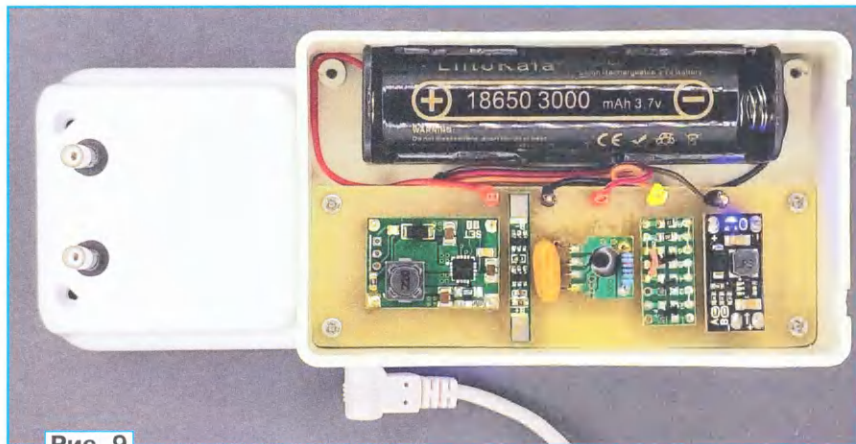


Рис. 9

те A3 погаснет. Примерно через 20 с светодиод на плате A6 должен ярко загореться, вольтметр покажет напряжение, близкое к 12 В. Ток аккумулятора должен смениться на разрядный, он должен быть около 80 мА.

Снова подключают источник питания к сети, должен включиться светодиод красного свечения на плате A3, светодиод на плате A6 должен погаснуть. Проверяют зарядку аккумулятора, через некоторое время он должен зарядиться, а ток зарядки должен прекратиться, светодиод красного свечения на плате A3

погаснет, включится светодиод синего свечения.

Конструктивно оказалось удобно установить корпус устройства на заднюю стенку извещателя под платой A2 (рис. 9). Эта стенка имеет выпуклую форму, как часть боковой стенки цилиндра, корпус следует закрепить двумя короткими винтами. Такая сборка двух корпусов не мешает включению доработанного извещателя в розетку.

После скрепления корпусов нужно просверлить через две прилегающие стенки сквозное отверстие и соединить тремя разноцветными проводами между собой узлы извещателя и резервного источника питания.

В крышке корпуса напротив светодиодов модулей A3 и A6 следует просверлить отверстия диаметром 3 мм, в которые изнутри ввести капли прозрачного термолеса, что позволит отслеживать процесс зарядки аккумулятора и работу преобразователя A6. Если перевернуть печатную плату с узлами A3—A6 на 180° вокруг вертикальной по рис. 9 оси и закрепить её на стойки или бруски из органического стекла, приклеенные к коротким стенкам корпуса, через отверстие в корпусе напротив светодиода модуля зарядного устройства A3 в процессе эксплуатации можно визуально следить за состоянием аккумулятора.

Экспериментально проверено, что полностью заряженного аккумулятора хватает более, чем на трое суток работы извещателя, а для зарядки аккумулятора после полной разрядки необходимо менее суток.

В извещателе в качестве выносного установлен термодатчик DS18B20 с цифровым выходным сигналом и реальной погрешностью менее 0,2 °C, а в качестве встроенного — терморезистор с номинальным сопротивлением 10 кОм при температуре 25 °C, обеспечивающий существенно меньшую точность.

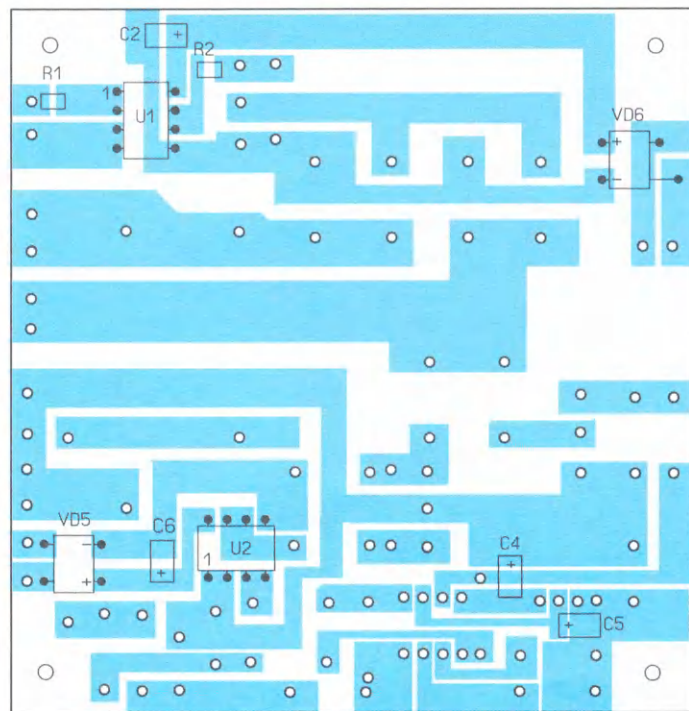
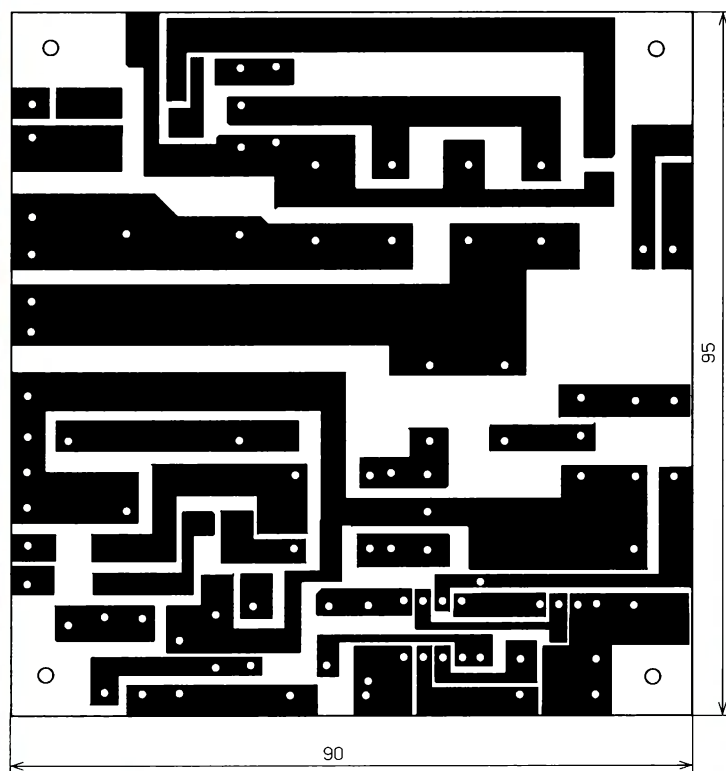


Рис. 1

стороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертеж платы регулятора показан на **рис. 1**, схема размещения на ней элементов — на **рис. 2**. Чертеж платы блока питания с размещением элементов показан на **рис. 3**.

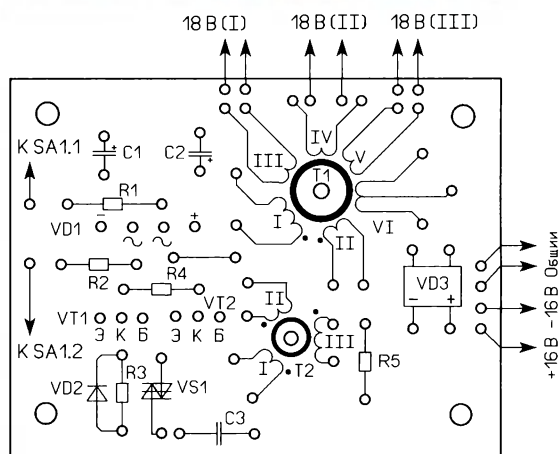
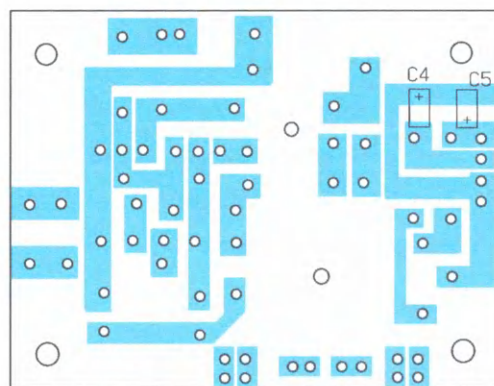
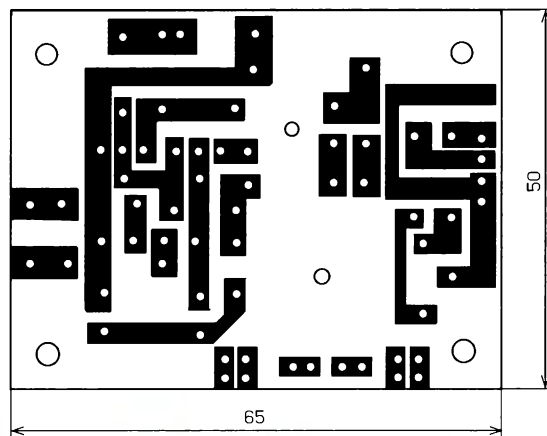


Рис. 3

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2025/08/nk.zip> на нашем FTP-сервере.

СЕРГЕЕНКО Р. Викторина "Платы расширения Keyestudio". — Радио, 2025, № 1, с. 63, 64.

Ошибка в п. 6 таблицы

В таблице в п. 6 надо поменять обозначения светодиодов. Вместо LED1 должно быть LED2, вместо LED2 должно быть LED1.

РАДИО

E-mail: mail@radio.ru

о связи

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ



YL-OM CONTEST 2025 — ИТОГИ

"Женские" соревнования, которые ежегодно в марте проводит редакция журнала "Радио" совместно с Союзом радиолюбителей России, поддерживают интерес у представительниц прекрасного пола к радиоспорту. Участие в них принимают не так много спортсменов — в прошедших соревнованиях, как и в прошлом году, было около 60 участниц.

В этом году, как и в прошлом, группа "YL радиостанции с одним оператором" была разбита на две — SINGLE-OP HIGH YL (работа в эфире большой мощностью, выше 100 Вт) и SINGLE-OP LOW YL (работа в эфире малой мощностью, менее 100 Вт), вместо одной группы "OM один оператор" также две — SINGLE-OP HIGH OM и SINGLE-OP LOW OM.

Лучший результат в группе SINGLE-OP HIGH YL в соревнованиях этого года, как и в прошлогодних, показала Ирина Черная (RU3XY), д. Подсобное Хозяйство Калужской обл. На втором месте в этой группе — Яна Новикова (R3KBO) из г. Воронежа. Третье место, как и в прошлом году, заняла Милана Соколова (RK3TT), п. Чистое Нижегородской обл.



Команда коллективной радиостанции RK4W, показавшая лучший результат в группе MULTI-OP YL. Слева направо: Ульяна Симанова, Алиса Соломатина, Арина Лямина, Софья Жигалова, Александра Дерюгина, Радмила Пономарева, Надежда Головина и Дарья Завражных.



RA6FYL



OLGA SELNIAGINA

Ольга Сельнягина (RA6FYL) заняла первое место в группе SINGLE-OP LOW YL.

В группе SINGLE-OP LOW YL первое место заняла Ольга Сельнягина (RA6FYL), с. Балаховское Ставропольского края. На втором месте в этой группе — Елена Меринова (R8LBI) из г. Тюмени. Третье место заняла Анна Попова (RA5AN) из г. Москвы.

Первое место в группе коллективных радиостанций MULTI-OP YL, как и в прошлом году, заняла команда RK4W ДД(Ю)Т из г. Ижевска, в её составе входили Надежда Головина, Дарья Завражных, Александра Дерюгина, Арина Лямина, Радмила Пономарева, Ульяна Симанова,

Софья Жигалова и Алиса Соломатина. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (R4WX). Второе место заняла команда коллективной радиостанции UN8LWZ средней школы № 11, г. Костанай, Казахстан, в которую входили Юлия Улан, Наталья Скрипниченко и Виолетта Демченко. Тренер команды — Анатолий Дмитриевич Ефанов (UN9LA). Третье место в этой группе, как и в прошлогодних соревнованиях, заняла команда коллективной радиостанции R3MAI Городского центра молодёжи и спорта из г. Ростова Ярославской обл. В её состав входили Анастасия и Лидия Ермолаевы. Тренер команды — Игорь Николаевич Трусов (RJ2M).



Ирина Черная (RU3XY) — победитель в группе SINGLE-OP HIGH YL.

SINGLE-OP HIGH YL

1	RU3XY	538	33699	512	30915
2	R3KBO	309	14926	287	12586
3	RK3TT	232	12880	224	12104
4	OE3LZA	198	8484	171	7371
5	RO1A	176	5865	160	4600
6	RK9CYA	138	4240	128	3800
7	R7GU	106	3640	96	2720
8	R9YDL	37	730	37	730
9	SV8OVH	53	890	33	488

SINGLE-OP LOW YL

1	RA6FYL	330	7600	318	6032
2	R8LBI	207	6402	202	5560
3	RA5AN	155	4014	151	3942
4	R8CGV	92	3806	86	3444
5	R1LN	229	3252	221	2860
6	RA5R	100	2340	95	2265
7	RA1AGN	106	2385	91	1988
8	RA3RPW	153	2328	132	1458
9	R3RH	49	1414	44	1344
10	RL1I	86	1386	85	1210

MULTI-OP YL

1	RK4W	428	25960	398	22591
2	UN8LWZ	361	23364	334	20172
3	R3MAI	349	18696	332	18126
4	RM8L	278	15577	263	13930
5	RC4P	268	14652	251	13545
6	RZ5Z	224	13104	218	12390
7	RL9M	259	13022	243	12111
8	UA8S	237	10063	223	8372

9	RK3YWS	146	4360	131	3819
10	RA9MF	130	3145	120	2565

SINGLE-OP HIGH OM

1	R9MM	566	42680	532	40068
2	R3OM	386	39690	372	38997
3	UA6CC	544	41470	518	34594
4	RK9AX	462	29986	426	27000
5	R3LA	372	27391	358	26160
6	RA3OA	330	26520	294	23716
7	RN3TT	355	23805	344	23355
8	RC5Z	298	19995	288	19608
9	R2FK	346	20746	327	18681
10	RD0A	460	20685	440	18645

SINGLE-OP LOW OM

1	RC9A	393	26220	369	21000
2	RU7A	226	21100	223	20950
3	R9MA	315	20769	314	20726
4	RX3Q	334	18759	319	18291
5	RJ6N	266	18662	262	17892
6	RM2T	291	17160	281	16226
7	UA4CNJ	294	17394	284	15264
8	R8CI	336	16310	318	15198
9	RA9SF	285	16340	270	14760
10	RA9AP	306	13728	302	13600

MULTI-OP OM

1	RC9J	441	30821	420	27462
2	R0AK	393	29400	379	27168
3	UA6U	282	21068	268	18060
4	UA9UDQ	227	13212	213	12708
5	RK4HYT	221	11484	214	10784

6	UR6GZL	182	11484	171	10268
7	R4DS	206	11022	191	9641
8	RA5AW	238	9604	224	8829
9	ER3R	115	6840	109	6351
10	UG5R	187	8036	159	6250

SINGLE-OP SWL

1	RA3XEV/SWL321	15402	297	12927	
2	R3D-204	120	3648	109	2704
3	R4U-1	201	3855	152	2600
4	R3T-100	90	2844	77	2397
5	R3A-034	138	3434	106	1606
6	OK2-9329	54	264	42	216
7	R0S-104	11	135	10	130
8	RA9A-048	80	80	22	22
9	R4U-2	13	34	0	0

CHECKLOG

1	DL4ME
2	DL9YCS
3	F5VV
4	LZ1MS
5	R8CN
6	RA3AN
7	RA9QAT
8	RD3FI
9	RK3TD
10	RM7F
11	RV3VR
12	RX9CCJ
13	S59SV
14	UA6JQ
15	UA9SMU
16	UB0JBY

Хорошую поддержку участникам оказали мужчины. В этом году их было (по присланным отчётам) около 400. В группе SINGLE-OP HIGH OM наиболее активным был Сергей Ковалев (R9MM), с. Чернолущье Омской обл. На втором месте — Владимир Попов (R3OM), г. Нововоронеж Воронежской обл. Третье место занял Виктор Кондратьев (UA6CC) из ст-цы Старовеличковской Краснодарского края.

В группе SINGLE-OP LOW OM лучший результат показал Андрей Селин (RC9A), г. Чебаркуль Челябинской обл. На втором месте — Алексей Мандрыка (RU7A) из г. Краснодара. Третье место занял Сергей Пугаев (R9MA), р. п. Муромцево Омской обл.

В группе MULTI-OP OM, как и в прошлом году, хорошо выступи-

ла команда коллективной радиостанции ДОСААФ RC9J из г. Радужного, Ханты-Мансийский АО—Югра Тюменской обл., выступавшая в составе Алексея Зотова и Александра Умарова. Второе место заняла команда радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края, за которую выступали Кирилл Гончар, Алексей Клундук и Денис Сюскин. На третьем месте — команда коллективной радиостанции UA6U, п. Лиман Астраханской обл., выступавшая в составе Алины и Тимура Морозовых.

Среди наблюдателей лучший результат, как и в прошлом году, показал Борис Иванов (RA3XEV/SWL) из г. Обнинска Калужской обл. Второе место занял

Юрий Сапожников (R3D-204) из г. Дмитрова Московской обл. На третьем месте — Александр Панчин (R4U-1) из г. Саранска, Республика Мордовия.

Мы благодарим всех, кто принял участие в этих соревнованиях и прислал отчёт. Отдельное спасибо OM, которые своим участием в них поддержали YL!

Результаты лидеров этих соревнований по зачётным группам приведены в **таблице** (место, позывной, заявленное число связей, заявленный результат, подтверждённое число связей, окончательный результат). Все результаты можно посмотреть по адресу http://www.radio.ru/cq/contest/result/yl-2025_tab_site.pdf на нашем сайте. ■

КОЛЛЕКТИВНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ RA9MF — В МЕМОРИАЛЕ "ПОБЕДА-80"

Александр ЩЕРБИНА (R8ME), рп Павлоградка Омской обл.



В ознаменование 80-летия Победы над нацизмом, отдавая дань памяти тем, кто защищал нашу Родину на фронтах Великой Отечественной войны, и тем, кто ковал нашу Победу в тылу, в знак глубокого уважения и благодарности за их вклад в Победу над нацизмом, принимая во внимание всемирно-историческое значение Победы над нацизмом в Великой Отечественной войне, Союз радиолюбителей России при поддержке Автономной некоммерческой организации "Редакция журнала "Радио" проводит в мае 2025 г. Мемориал "Победа-80"

(из Положения Мемориала "Победа-80")

После успешного дебюта коллективной радиостанции RA9MF МБОУ "Павлоградская гимназия им. В. М. Тытаря" специальным позывным RP79TVM в Мемориале "Победа-79", что было отмечено "Благодарностью" президента СРР И. Григорьева (RV3DA), утвердилось желание в 2025 г. вновь принять участие в этом почётном и значимом событии.

Глава Павлоградского муниципального района Омской обл. А. В. Сухоносков, председатель комитета образования Г. А. Петрова, директор МБОУ "Павлоградская гимназия им. В. М. Тытаря" В. И. Попруга поддержали наше желание, были выделены дополнительные финансовые средства на развитие радиолюбительства и радиоспорта. Администрация гимназии обрати-

лась с просьбой о партнёрстве к директору Омского филиала ПАО "Ростелеком" Э. А. Серобабу и также получила поддержку.

В течение летне-осеннего периода проводились работы с антенным хозяйством и по дооснащению техническими средствами. А с началом учебного года возобновились занятия в радиоклубе. В рамках сетевого взаимодействия "Точка роста" на занятиях принимают участие также школьники из Павлоградского лицея им. Б. М. Катышева, Логиновской средней школы, Явленовской основной школы им. А. Р. Зинченко. 45 учащихся приобщаются к миру радио. Выделено ещё одно помещение, где оборудуются лаборатория и мастерская радиоконструирования. 1 сентября 2025 г. исполнит-

ся два года образования радиоклуба и работы коллективной радиостанции. Традиционно, как в прошлые времена, начинают ребята с SWL. Налажен хороший контакт с RSWLC клубом, благодаря Юрию Сапожникову (R3D-204, RV3DEP) оперативно решаются вопросы начинающих радиолюбителей. Ребята пробуют свои силы и в радиоспорте. Последние выступления были у девочек в YL-OM contest, ребята выступали в соревнованиях "Молодёжное первенство РФ" и "Салют победы". По традиции 17 апреля в день гибели В. М. Тытаря проводится общешкольный сбор, посвящённый памяти героя, имя которого носит гимназия. Приглашаются родственники, ветераны. Звучат воспоминания, рассказы о тех трудных временах. Школьники читают стихи и показывают свои



День памяти В. М. Тытаря. Открытие.



Внос знамён.

композиции. В завершение проходит возложение цветов к мемориальной доске у входа в гимназию.

К 1 мая подготовительные работы были завершены. Специальный позывной RP80TVM был получен. Составлен график и состав команд, которые будут вести радиосвязь в дни проведения Мемориала. Изготовлена символика и памятные значки для операторов. Была поставлена задача отработать с макси-

мальной отдачей, в этом году только из Омской области работали ещё четыре станции со специальным позывным, с очень опытными, высококлассными операторами. Как оказалось впоследствии, наш результат в 3428 связей по данным ресурса Logradio — лучший в области. Просматриваем результаты молодежных команд по России, надеемся на хороший результат в своей подгруппе. За время "марафона" проведено много

интересных встреч в эфире, у ребят останутся в памяти яркие воспоминания как от общения со сверстниками, так и с иностранными радиолюбителями. Как особый знак Максим Щербина (R9M-033) воспринял запись связи в аппаратном журнале за № 3333, сделал скриншот на память. Прохождение не баловало. Однако с утра 9 мая порадо-



вало, провели много связей с новыми областями России. С особой значимостью в конце QSO звучало "С победой 73!". Свободные от радиовыходов участвовали в шествии "Бессмертного полка" и в митинге у вечного огня в парке Победы. На традицион-



Встреча с представителем ПАО Ростелеком.



Парк Победы. Слова благодарности от самых юных.

ной переключке радиостанций со специальным позывным нам было предоставлено слово третьими по очереди. В выступлении кратко изложили, в честь кого звучал наш позывной, какой подвиг в 21 год совершил майор В. М. Тытарь, поздравили всех участников с Днём Великой Победы.

Заканчивали работу 9 мая так же символично, как это было в 1945 г., только не под залпы и грохот салютов, а под раскаты грома. Грозовой фронт вынудил прекратить работу раньше положенного срока на 20 мин.

Как и в прошлый раз, радиолюбительское сообщество не осталось в стороне от нашего начинания. Хочу выразить большую признательность и благодарность коллегам за поддержку как в техническом, так и в методическом плане, персонально — Сергею Сиберту (RN9N), Виталию Мартынычеву (UA9MKW), Дмитрию Сафарову (R9MK) и, конечно, особая благодарность директору Омского филиала ПАО "Ростелеком" Эдуарду Александровичу Серобаину.

Радиоэкспедиция в Бенин



Александр БЕЗМЕНОВ (R9LM), г. Тюмень

TYORU

главным было участие, рыба мне всё равно "не светила". Несмотря на то что рыбаки уходят в океан до рассвета и рыбачат до обеда, их улов совсем небольшой, всего пять—восемь рыб, и в основном это барракуда.

Метрах в 500 от бунгало была "кафешка", куда мы заходили поесть и запить. Ассортимент относительно небогатый, в основном это курица, рыба, картофель фри. Не забывая, что кругом антисанитария, старались кушать прожаренную еду. Запомнилось блюдо из рыбы барракуды — очень приятное мясо, мягкое, чем-то напоминает нашу щуку, но лучше! У нас был инте-

Василий (RA1ZZ) подготовил и привёз с собой две антенны Бевереджа. Их решено использовать на основной позиции, только вот кидать придётся через дорогу. Первая попытка прокинуть поверх дороги увенчалась провалом. Грузовые автомобили оборвали антенну. Решили "подкопать" дорогу, и в этом нам помогли деревенские мальчишки, которые с интересом наблюдали непонятную работу белых людей с палкой на дороге. В итоге протянули две приёмные антенны в направлениях на север и на северо-запад.

Запомнилась самая первая связь, проведённая Ильей (R5AF) на 160 метрах в CW с Александром Козловым (RW5C). А дальше образовался мини-pile-up из европейских и американских станций. Чувствовалась узконаправленность приёмных антенн, при переключении на северо-западную антенну, звучала только Северная Америка, остальных как рубильником отключало. И так же на северную, но станции вызывали с этого направления намного скромнее.

Второй GP на диапазон 160 метров, чуть ниже, высотой всего 16 м, поставили на цифровую позицию у отеля. Радиалы раскинули по полю, позже их приходилось поправлять почти ежедневно, часто обрывались или запутывались в ногах у местных жителей и животных.

Антенны налажены, аппаратура заряжена! Цель — установить 100000 связей! Приятно, что старшие и опытные члены команды делились своим опытом и давали возможность поработать всеми видами модуляции. Из эксклюзивного — опыт работы через спутники. Владимир (R9LR) рассказал нам про спутниковую связь, про работу через QO-100. Мы с удовольствием перехватывали у него эстафету поработать в эфире через спутники позывным TYORU. Pile-up был не хуже, чем на KB!

На мой взгляд, самая "козырная" позиция была у океана, где располагался шэк для работы CW/SSB. Настоящий живой эфир, нескончаемый зов станций, всё это под шум океана, который иногда пробивался через телефоны и перебивал вызывающих. А какой тут воздух, звёзды и потрясающие виды!



Илья Каинов (R5AF) за работой CW (слева), Николай Толкунов (R5EC) работает SSB.

Часто к нам подходили местные мальчишки, что-то пытались продать, а больше всего выпросить денег. Главное, что не пакостили.

Моя смена заканчивалась обычно в районе обеда, и я не упускал возможности прогуляться по пляжу. В это же время возвращались лодки с рыбаками, в каждой по пять-шесть человек. На берегу их ждали соплеменники, человек около двадцати. Все лодки у них большие и тяжёлые, а задача ожидающих — затянуть лодку как можно дальше от океана на берег. Если пару дней я просто наблюдал, то уже на третий день был в их команде, помогал затягивать лодки. Я, конечно, не понимал их местного диалекта, но то что каждый из них кричал и тянул невпопад — это точно, как в басне Ивана Крылова "Лебедь, рак и щука". Но тут

рес попробовать крабов. Когда мы попросили их у хозяйки этого заведения, она рассмеялась! Мы были очень удивлены, попросили объяснить, она сказала, что крабы — это еда для бедных! И что вы поломаете все зубы. Но мы настояли, чтобы попробовать... да уж... она была права! Мяса нет, зубы хрустели от членистоногих. На этом эксперименты не закончились, и мы попросили на пробу чего-нибудь крепкого из местного "барчика". Нам принесли что-то типа местного самогона, какую-то тёмную и мутную настойку, разлили по рюмкам. Ну, что сказать — чуть крепче пива. В этот момент местные с удивлением нас разглядывали и охали, что эти белые даже не поморщились. На этом эксперименты закончились.

Из десертов — это невероятно вкусные ананасы, их тут срывают

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2025, № 5—7



Владимир Васильев (R9LR) в ожидании заказа.



Ананасы на десерт.



маленькими, чуть больше мороженого. Снимают ножом оболочку — десерт готов! Невероятно сочный, натуральный продукт! Можно утолить жажду и немного голод. Вторым распространённым десертом был кокос.

Время идёт. Вячеслав (OK8AU) и Владимир (R9LR) принимают решение выехать на разведку в Того (5V7RU). Владимир взял с собой комплект спутниковой аппаратуры. Таможню они прошли хорошо, без вопросов. Так же как и с Бенином, у наших коллег были запланированы возможные потенциальные места

для размещения нашей экспедиции. Проехав несколько сотен километров по горам и грунтовыми дорогам, они заметили лишь одну гостиницу. Оставшись на ночь в Того, Владимир вышел в эфир через спутник QO-100 позывным 5V7RU.

На следующее утро ребята вернулись с информацией для обдумывания последующей экспедиции.

Отработав сутки, команда скидывает логи Василию (R7AL). К обеду Василий подбил все логи, радостно сообщает по УКВ-связи на общей частоте — УРА! Проведено 100000 QSO! Есть предложение собраться! Идём на пляж, Вячеслав (OK8AU) каллиграфическим почерком рисует на песчаном пляже позывной TY0RU и число 100000 QSO! Рассаживаемся, улыбочка! Общее фото готово! Дружественные рукопожатия и поздравления!

Но на этом наше присутствие в Бенине не заканчивается, впереди ещё четыре дня. План по связям выполнен на опережение. К сожалению, нашему товарищу Илье (R5AF) через пару дней нужно улетать по работе домой в Москву. Вспоминаем, что мы же ещё не искупались в океане! Океан хоть и очень тёплый, но волны порой бывают с человеческий рост и более (в Бенин довольно часто приезжают сёрфингисты). Удивило то, что никто из местных не купается в океане. Как нам позднее объяснили, поскольку они верят во всякие поверья, то заходить в воду у них считается опасным, что океан их навсегда заберёт в пучину морскую. Получили наставления от Стевиса: "Если хотите искупаться, нужно себя привязывать". В закромах у нас остался прочный канат от оттяжек. Первый, кто решается пойти искупаться, — Илья (R5AF)! Привязываем его крепко-накрепко. Первый пошёл! Метров десять — и его смывает волной в океан, а потом просто выкидывает на берег. Удержать верёвку довольно сложно даже вдвоём. Чувствуется могучая



Владимир Васильев (R9LR) работает через спутник QO-100.



Есть 100000 QSO!

Государственный флаг
Тоголезской Республики.

сила природы! В общем, по очереди искупались в Атлантическом океане! "Галочку поставили" Илья (R5AF), Николай (R5EC), Александр (R9LM).

С утра проводили Илью, вместе с ним отправили часть аппаратуры. Спасибо тебе за компанию! Рад, что познакомился с тобой лично в этой экспедиции!

На следующий день налетел сильный ураган, повалил и поломал мачты с антеннами. Такого сюрприза мы не ожидали! Ветер немного стих, мы бежим к антеннам, чтобы не дать ветру долбить или сломать оставшееся оборудование. Больше всего пострадали "немецкие" спайдеры — одну мачту загнуло, у второй мачты сломалось верхнее колено. За время нахождения в Африке на алюминиевые мачты осело большое количество соли. Из-за неё перестали складываться мачты. Стоя под дождём, набираем из луж воду и отмываем тряпками соль, что даёт нам возможность сложить мачты и антенны.

Весь оставшийся день и вечер мы провели у бассейна отеля, отмывая и восстанавливая мачты



Александр Безменов (R9LM) на чемоданах. Машина забита под завязку, едем с аппаратурой в Того.

и антенны. Но хочу отметить, что не всё так плохо, большая часть лёгких конструкций антенн уцелела, и радиовещание не оста-

навливалось ни на минуту! Собственно, как и pile-up. Потом ещё были разные моменты — горели розетки, менялись автоматы, поступали жалобы от администрации отеля, что много электроэнергии израсходовано из-за нас и прочее — это же Африка! Но благодаря дружной команде все решалось по мере возникновения проблем.

Пора высаживать первый десант в Того! Снимаем и пакуем больше половины антенн и аппаратуры. Состав первого десанта сформирован: водитель — Вячеслав (OK8AU), штурман — Владимир (R9LR), пассажиры — Александр (R9LM) и Стевис. Машина нагружена под завязку и от этого просела, как гоночный болид!

До границы почти 100 км. Не доезжая до границы, останавливаемся у банка, чтобы разменять валюту, и тут же к нам подъезжает полицейский мотоцикл. "Жандарм" сообщает, что мы нарушили правила парковки. Пытаемся урегулировать всё на месте, поначалу нам предлагают проехать в администрацию для составления протокола, таковы порядки. Но позднее, получив "добро" от своего руководства, отделяемся 5000 руб. в пересчёте на

российскую валюту, решив вопрос на месте.

(Продолжение следует)

РАДИО

начинающим

Преобразователь сигналов с гальванической развязкой для Arduino Pro mini

В. РУБАШКА, г. Лисичанск, ЛНР

В последнее время при конструировании несложных устройств используют модули с микроконтроллерами (МК) — Arduino Pro Mini. Они более компактные, чем другие модули этого семейства, и имеют наименьшую стоимость. Отлично подходят там, где нет необходимости в постоянном обмене данными с персональным компьютером. К недостаткам можно отнести отсутствие встроенного моста USB—UART. Для программирования приходится подключать отдельный модуль. В качестве моста для прошивки с помощью бутлоадера подходят готовые модули на основе широко рас-

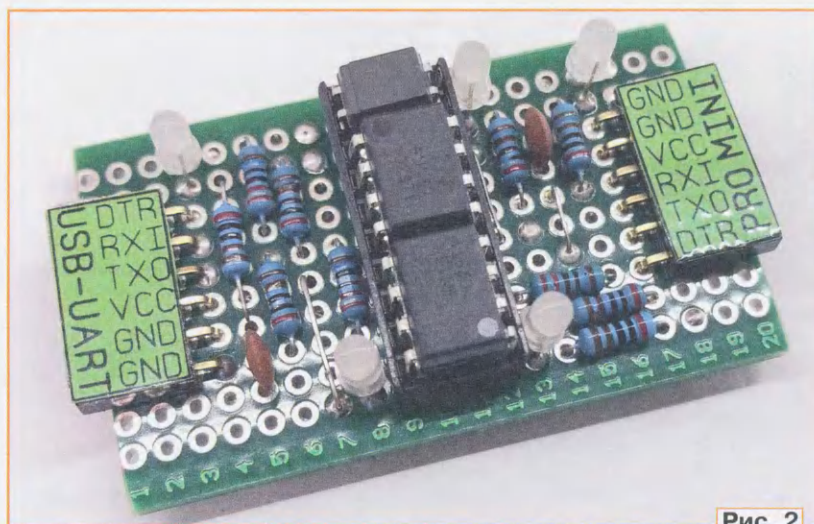


Рис. 2

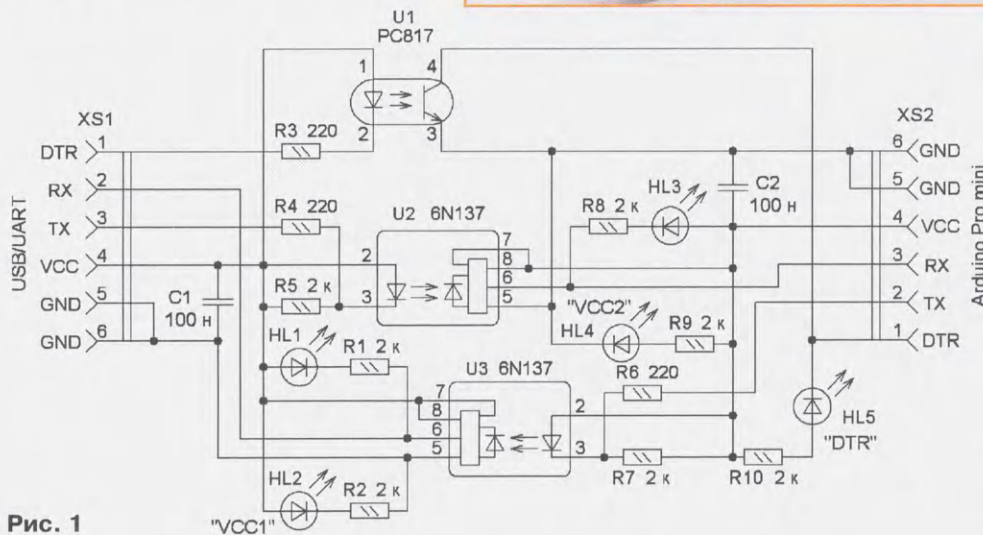


Рис. 1

пространённых микросхем серии CP2102 или CH340. Но часто модули с МК управляют более высоковольтными устройствами, чем их напряжение питания. Поэтому необходимо позаботиться о защите USB-порта. Случайное попадание повышенного напряжения в лучшем случае вызовет его выход из строя, а в худшем — выйдет из строя компьютер или ноутбук.

Конечно, в продаже есть готовые преоб-

разователи на основе оптронов, но нужно было здесь и сейчас. Поэтому такое устройство было собрано на макетной плате при использовании тех оптронов, которые были в наличии. Сначала планировалось сделать устройство на широко распространённых оптронах серии PC817, но эксперименты выявили их работоспособность только на скоростях до 9600 бод, которой не хватает для программирования МК. Поэтому оптрон PC817 используется в линии сигнала DTR для начального сброса МК, чтобы тот перешёл в режим бутлоадера. Передача сигналов TX и RX организована на более быстродействующих оптронах серии 6N137, которые имеют напряжение пробоя 2500 В, что для любительских устройств более чем достаточно.

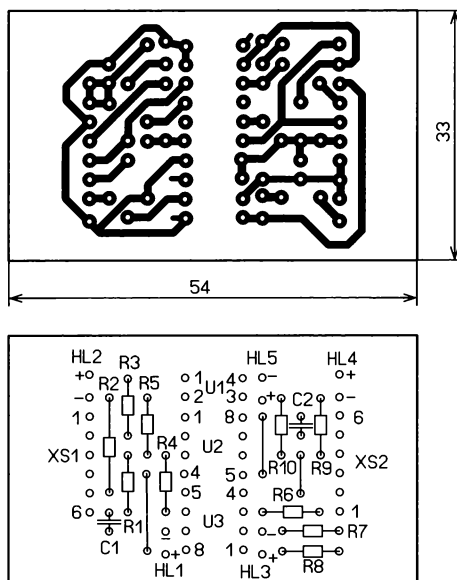


Рис. 3

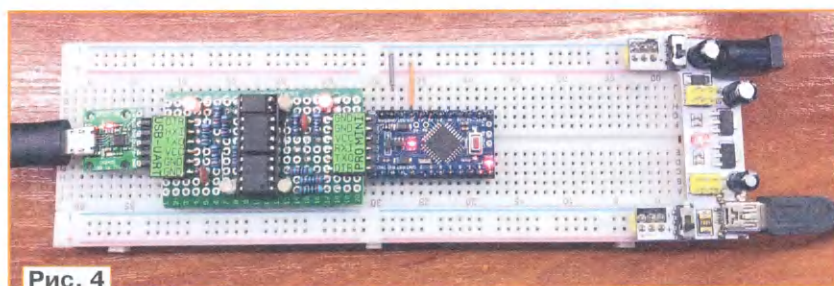


Рис. 4

Схема устройства приведена на рис. 1. Оно содержит пять контрольных индикаторных светодиодов. Два из них указывают на наличие напряжения питания со стороны компьютера (HL2 — "VCC1") и модуля МК (HL4 — "VCC2"). А остальные три визуализируют сигналы DTR, TX и RX. Такое число светодиодов может показаться избыточным. Но опыт работы говорит об обратном. В качестве программируемого устройства или моста могут быть самодельные конструкции, на которых нет своего индикатора питающего напряжения. Наличие светодиодов, участвующих в процессе программирования, не менее важно. Дело в том, что мосты USB—UART, собранные на разных сериях микросхем, по-разному формируют сигнал DTR. И если с серией микросхем CH340 проблем нет, то микросхемы серии CP2102 иногда оставляют сигнал DTR в активном состоянии. А это значит, что запрограммировать следующий раз МК не получится, потому что не проходит сигнал сброса. Помогает только переподключение моста к USB-порту. Поэтому от-

правлять программу для заливки можно тогда, когда светодиод HL5 "DTR" не светит. HL1 мигает синхронно с передаваемой информацией от модуля МК к компьютеру, а HL3 — от компьютера к модулю. Информационные све-

тодиоды со своими токоограничивающими резисторами выполняют ещё одну функцию — подтягивают коллекторы транзисторов к линии питания.

Естественно, что этот преобразователь можно использовать не только для программирования МК посредством бутлоадера, но и для двухсторонней связи между МК и компьютером. Связь устойчиво работает на скорости 115200 бод, что вдвое выше необходимой для прошивки бутлоадером Arduino.

Устройство было собрано на макетной плате (рис. 2). Оптоны установлены в общую панель для микросхем в корпусе DIP20. При этом следует обращать внимание на их ключи, чтобы исключить ошибку. Вместо оптрона PC817 можно использовать оптрон PC123, который также был проверен в работе. Все резисторы — С2-23 или МЛТ, мощностью 0,25 Вт или 0,125 Вт. Конденсаторы — керамические К10-17 или плёночные К73. Применены светодиоды в корпусе диаметром 3 мм, любого цвета свечения. В авторском варианте установлены светодиоды красного свечения для индикации напряжения питания, сигнал DTR — жёлтого свечения, обмен данными — зелёного и синего свечения. Резисторы R5 и R7, подключённые параллельно излучающим диодам оптронов, ускоряют разрядку их паразитной ёмкости. Таким образом, скорость переключения оптронов существенно возрастает. Разъёмы XS1,

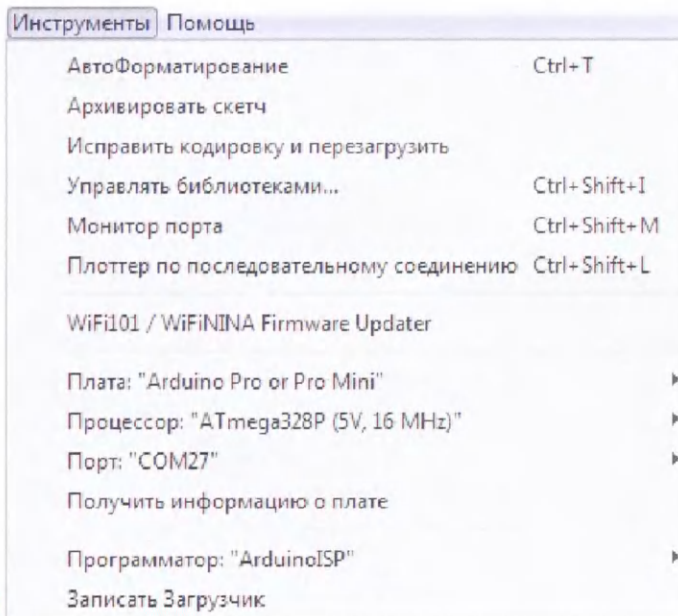


Рис. 5

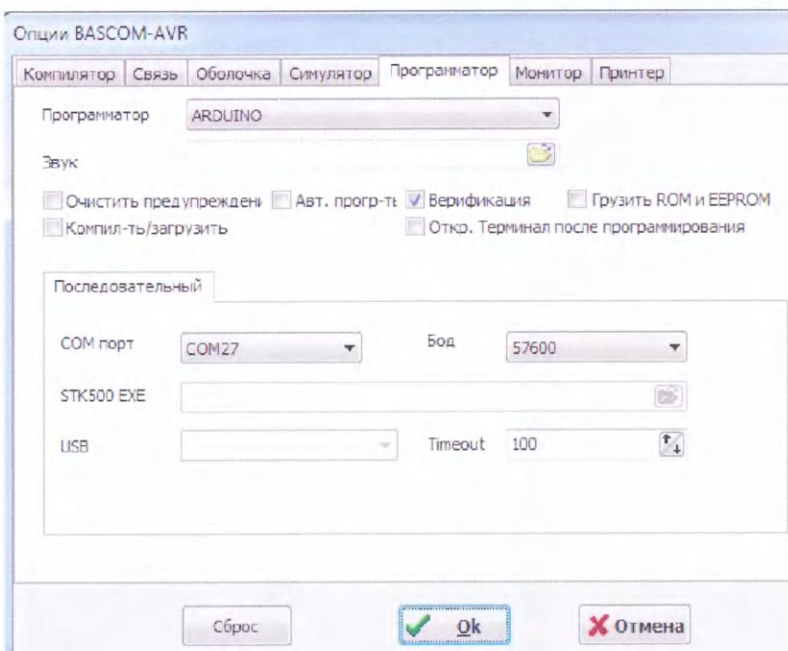


Рис. 6

XS2 — шестиконтактные PBS-6. На плате есть три перемычки из монтажного провода. Уменьшить размеры платы можно, если применить компоненты для поверхностного монтажа.

Чертёж платы показан на рис. 3. Её можно изготовить из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. На рис. 4 показано подключение устройства с мостом USB—UART к модулю Arduino Pro mini. Этот модуль можно применять не только в родной среде Arduino IDE, но и в платформе BascomAVR. Настройки программирования для обеих платформ приведены на рис. 5 и рис. 6 соответственно.

В результате получилось простое и нужное в арсенале радиолюбителя устройство.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2025/08/preobr.zip> на нашем FTP-сервере.

Дополнительный индикатор для часов VST-888H и их доработка

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Выполняя повседневные хозяйственные дела на придомовом участке, часто задаёшься вопросом: "А который сейчас час?". Особенно это актуально в рабочие дни в утренние и вечер-



Рис. 1

ние часы. Смартфона или наручных часов, как правило, при себе нет, домой идти лень...

Поэтому пришлось задуматься об изготовлении варианта уличного индикатора-дублёра часов. Исходные желания, учитывая сезонность эксплуатации, были стан-



Рис. 2

по углам и в середине задней крышки 6 шесть винтов-саморезов. Внутри часы содержат плату 1 со светодиодами и микроконтроллером (МК), кварцевый резонатор 2, термодатчик 3, акустический сигнализатор 4, шлейф 5 платы кнопочной группы управления 9.

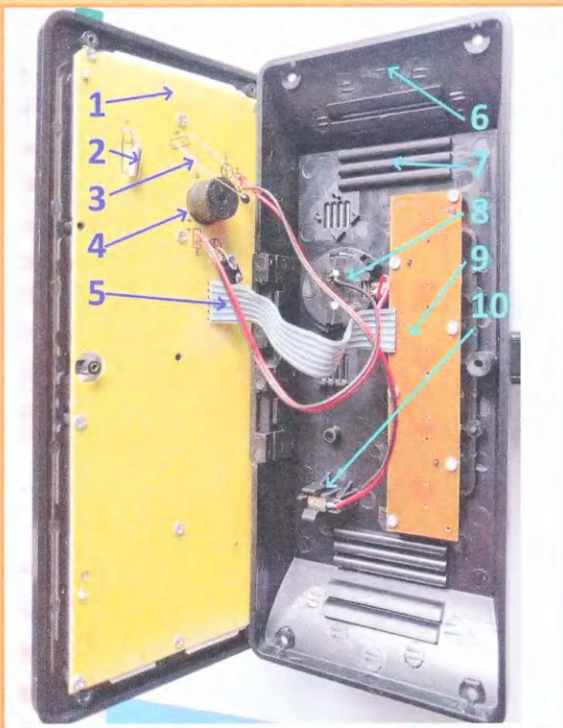


Рис. 3

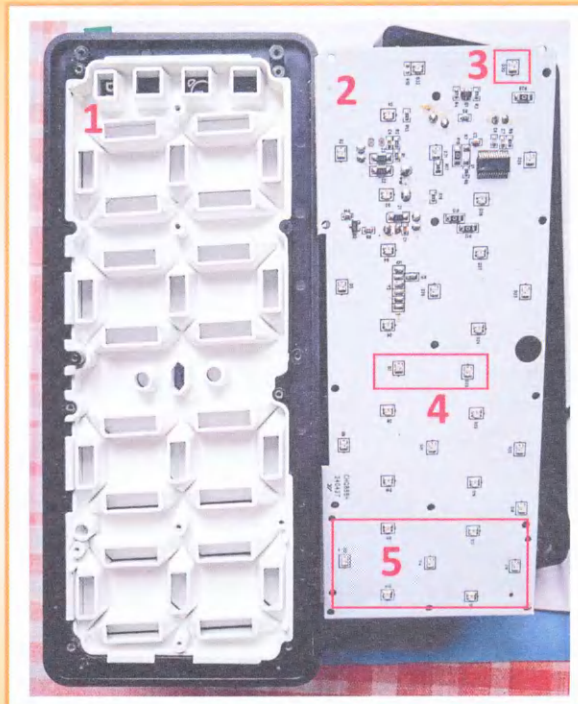


Рис. 4

дартные: минимум затрат, простота изготовления и использования, возможность надёжного считывания данных с расстояния до 15...20 м. Для упрощения дублирования индикатора в качестве первичных часов было решено использовать вариант из настольных будильников на "умных светодиодах" серии RGB LED MIRROR CLOCK VST-888. Поисковые системы выдают достаточно широкий выбор (рис. 1). В итоге были приобретены часы-будильник VST-888H (рис. 2). Схемы этой конструкции в открытом доступе нет, поэтому для подробного ознакомления часы пришлось сразу разобрать (рис. 3), отвинтив

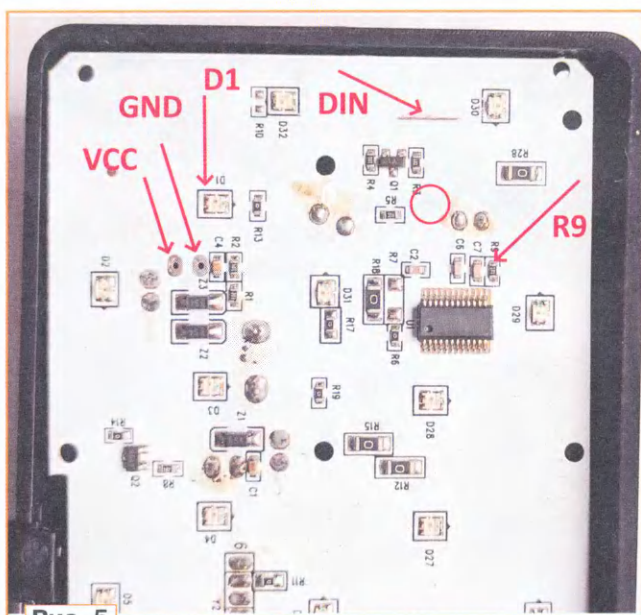


Рис. 5

Для сохранения данных настроек используется автономный источник питания — гальванический элемент CR2032 в отсеке 8. Напряжение питания 5 В подаётся на гнездо 10. По краям задней крышки расположены окна-прорезы 7.

Далее (рис. 4) от лицевой панели 1, содержащей маску-футляр сегментов цифр и светофильтр отвинчивают основную плату 2. Она зафиксирована десятью винтами-саморезами, преимущественно по краям платы. Визуальный осмотр позволяет достаточно легко выделить свето-

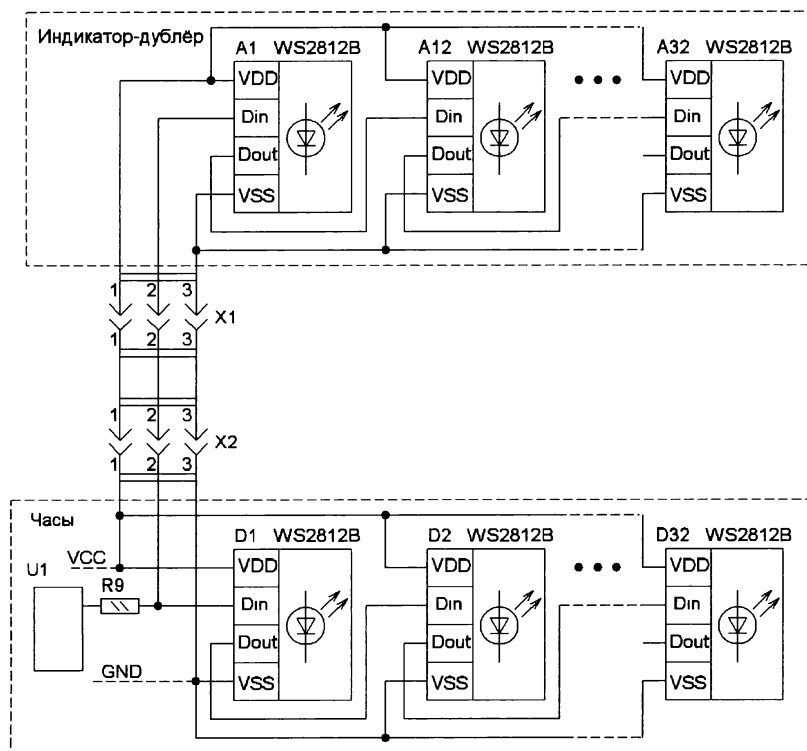


Рис. 6

диоды подсветки 3 информационных знаков, разделительного двоеточия часов 4 и сегментов 5 знакоместа единиц минут. Дальнейший анализ позволяет обнаружить наиболее удобные точки для припаивания трёх проводов для подключения индикатора-дублиера (рис. 5). Точки VCC, GND обнаружены с помощью прозвонки с выводами фильтрующего оксидного кон-

тодиода D1 к резистору R9. Сообразно полученным данным была нарисована схема соединений, показанная на рис. 6 (для нумерации элементов часов использована их маркировка на плате), индикатора-дублиера через трёхпроводную линию с разъёмами X1 и X2 с часами. Индикатор часов-будильника реализован на 32 "умных светодиодах" D1—D32. В знакоместе

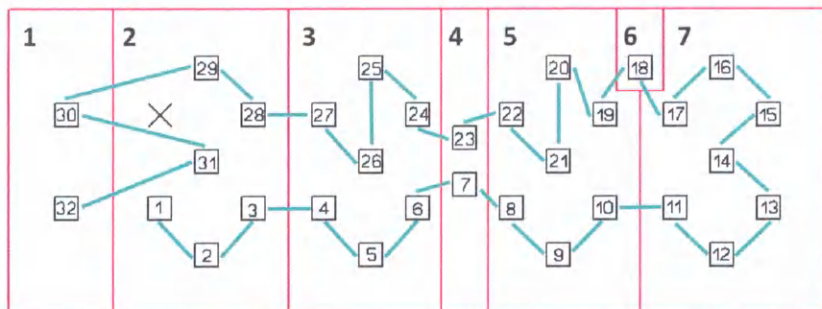


Рис. 7

денсатора, установленного в цепи питания (расположен рядом с акустическим сигнализатором). Точка DIN (печатный проводник, для пайки зачищенный резакот от краски) выявлена визуально по печатному проводнику от све-

десятков часов отсутствует элемент сегмента F (место выделено окружностью на рис. 5).

На следующем этапе по расположению печатных проводников была составлена схема (рис. 7) расположения моду-

лей A1—A32 для индикатора-дублиера. Зоны 2, 3, 5, 7 — разряды часов и минут в основном цикле работы будильника. Зона 1 — индикаторы переключения режимов 12/24 ч и активации будильников. Зона 4 — двоеточие, зона 6 — символ градуса. Итоговую схему компоновки можно использовать при разметке индикатора, распечатав в желаемом масштабе, сообразно предполагаемому размеру сегмента. В авторском варианте дублиера размер сегмента был 55 мм по высоте и 15 мм по ширине. Глубина каркаса сегмента также 15 мм. То есть высота цифры — 125 мм, ширина — 70 мм.

Изготовление индикатора начинают с подготовки основания-подложки (рис. 8) из листового пористого ПБХ-листа толщиной 3 мм и размерами 180×500 мм. На первом этапе размечают и нумеруют точки крепления светодиодов, соединяют их линиями для укладки соединительных проводов. На втором этапе клеят отрезки двухстороннего скотча для фиксации светодиодов. На третьем этапе крепят отрезки (по одному светодиоду) адресной светодиодной ленты, которая имеет маркировку WS2812B black PCB 60 IP30. Это не защищенная от влаги лента, имеющая на погонный метр 60 светодиодов, а на обратной стороне — клейкое покрытие для крепления на поверхностях. Автор использовал ленту вторично, покрытие уже слабо сцеплялось с поверхностью основания. Поэтому пришлось использовать скотч. Далее (этап 4) прокалывают острым шилом отверстия напротив площадок для пайки и с обратной стороны продевают концы отрезков проводов для пайки в общую цепь-ленту. Этот этап самый трудоёмкий и требующий внимания при монтаже для исключения схемных ошибок.

Далее (рис. 9) изготавливают и крепят футляры цифр 2, располагая их на поверхности основания так, чтобы светодиоды 1 были примерно в середине основания каждого сегмента. Фиксацию производят с помощью пары отрезков скотча, располагая их в узлах 3 каркаса. Футляры 2 изготовлены из одностороннего тонкого картона, например, от коробки конфет. Сначала размечают сетку на одно знакоместо на белой стороне отрезка картона размерами 132×105 мм исходя из необходимости получения

семи полосок шириной 15 мм и длиной 132 мм. Каждая полоска имеет линии сгиба с последовательностью и отступом шагов 10 мм, 10 мм, 10 мм, 41 мм, 10 мм, 10 мм, 41 мм. После разметки сетки для удобства сгибания отрезка в сегменты перед нарезкой на полосы по всем линиям изгиба желательно с помощью лезвия ножа и металлической линейки сделать неглубокий рез в картоне. После сгибания полоски её концы внахлест склеивают отрезком скотча. Для избегания перекоса плоскости основания футляра, при фиксации его концов, его надо разместить на ровной поверхности. Футляры скрепляют в единый каркас, используя скотч и ровную поверхность для сборки без перекосов. По аналогичной технологии изготавливают футляры для двоеточия и индикаторов. Основание вставляют в пару щелей 4 подставки 5. Она изготовлена из боковой заглушки потолочного светильника люминесцентных ламп. В ней ручным лобзиком пропиливают четыре щели, по две для вставки основания и светорассеивателя индикатора. Расстояние между соседними щелями должно быть строго 15 мм (по глубине картонного сегмента) для плотного прилегания внутренней поверхности рассеивателя к футлярам цифр.

Рассеиватель 1 (рис. 10) — двухслойный из монолитного поликарбоната толщиной 3 мм с формованным светорассеивателем. На внутреннюю гладкую поверхность наклеены два отрезка листового рассеивателя от монитора ПК с помощью двух полосок скотча 7. Сверху основание и рассеиватель скреплены с помощью заглушки 3. По бокам дополнительно прикреплены защитные упаковочные уголки 4 от фоторамки. Информационные знаки 6 включения будильника или режима 12/24 проще распечатать на принтере и вставить между рассеивателем и каркасом значка. Подсветка буквы Б означает включение будильника, а число 12 — соответствующий режим показа часов. Часы 2 можно соединять с дублиром короткими или длинными проводами 5. Автор проверял работоспособность индикатора с длиной соединительных проводов до 9 м. В случае использования нескольких дублиров на разной

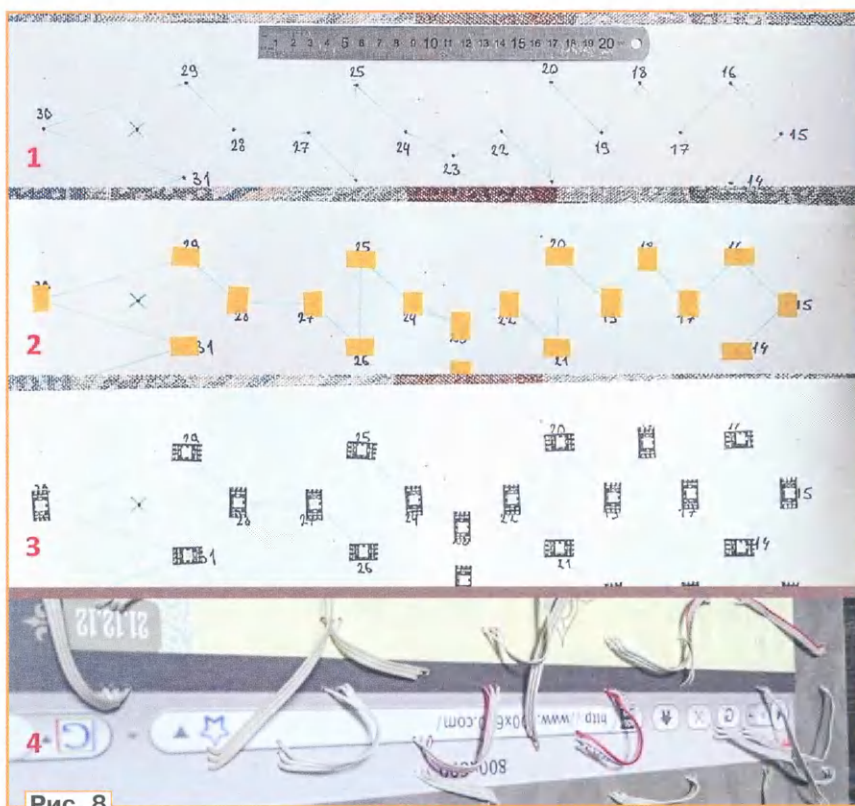


Рис. 8

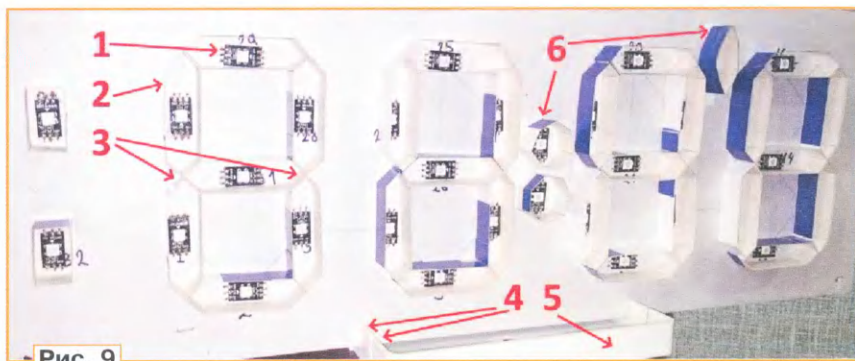


Рис. 9

дистанции от первичных часов желательно включить в разрыв соединительных проводов эмиттерный повторитель (рис. 11) для снижения нагрузки на вывод МК U1 часов.

Для практического использования в авторском варианте индикатор-дублир удобнее расположить на подоконнике (рис. 12), сделав временную или постоянную проводку нужной длины к первичным часам или объединить конструктивно с индикатором-дублиром.

Ещё об одной возможной доработке часов для повышения удобства пользования ими рассказано далее. Кнопки управления у них пять, они расположены на задней крышке и практически

расположены заподлицо 1 (рис. 13) с плоскостью крышки, что делает весьма неудобным управление "на ощупь". Кроме этого, при необходимости настройки не всегда возможно легко добраться до часов при их размещении в комнате. В этом случае поможет вариант дистанционного управления по ИК-каналу.

Кнопки управления довольно часто подключают между выводами МК в режиме входа и общим минусовым проводом (GND). Этот вариант часов не явился исключением. Тогда можно, используя дополнительный модуль с МК и ИК-приёмником, симулировать нажатие на кнопки, подав на эти входы низ-



Рис. 10

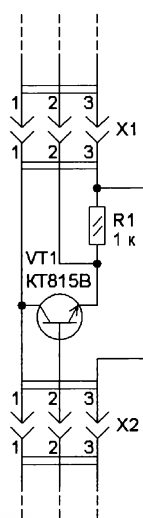


Рис. 11

вывода внешнего МК в режим входа. Фрагмент кода процедуры для имитации продолжительного нажатия на кнопку РЕЖИМ имеет вид:

```
pinMode(MODE, OUTPUT); //
нажатие "программной кнопки"
```

```
delay(5000);
pinMode(MODE, INPUT);
//отпускание
```

Перевод входа в режим выхода сопровождается установкой на нём низкого логического уровня по умолчанию.

На плате с кнопками размещены металлические пружинящие контактные группы 2, заклеенные прозрачной плёнкой 3 и шестипроводный шлейф 4 с контактными площадками под пайку. Автору достались часы с



Рис. 13



Рис. 12

кий логический уровень. Соответственно отпускание кнопки можно имитировать переводом

заводским браком при изготовлении платы (скол под плёнкой). Кнопки MODE, DOWN, SNOOZE/

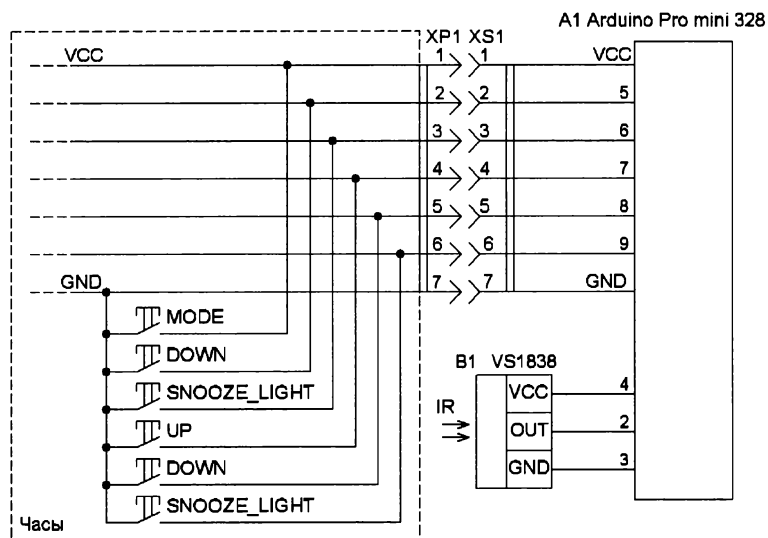
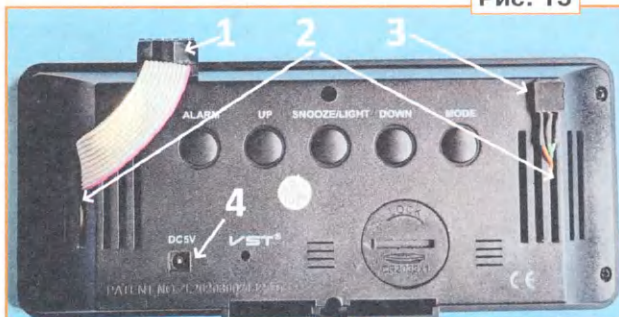


Рис. 14

Рис. 15



LIGHT, UP и ALARM соответственно управляют режимами, навигацией выбора выставляемых числовых значений, цвета сочетанием свечения сегментов и яркостью их свечения. Подробнее об управлении и настройках можно прочитать в прилагаемой к часам на русском языке инструкции. Манипуляции с кнопками требуют кратковременных и три из них — продолжительных нажатий, поэтому в случае с ИК-пультом потребовалось задействовать восемь кнопок. Схема подключения ИК-приёмника к часам показана на рис. 14. Шлейф (рис. 15) с разъемом 1 и провода

для подключения индикатора-дублилёра с разъемом 3 выведены на заднюю крышку часов через щели 2. Разъёмы приклеены к задней крышке. Блок питания (зарядное устройство сотового телефона) подключают в гнездо 4.

Модуль Arduino Pro mini 328 и ИК-приёмник (рис. 16) образуют небольшой внешний модуль 5. Снаружи он закрыт картонным футляром 1 и держится на часах благодаря разъёму 2.

Рис. 16



Группа кнопок 4 ИК ПДУ предназначена для кратковременных нажатий, группа 3 — для продолжительных нажатий.

От редакции. Файлы проекта находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2025/08/vst-888h.zip> на нашем FTP-сервере.

Питание маломощной или нерегулярной нагрузки от Power Bank

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автономные аккумуляторные источники питания, так называемые Power Bank (PB), в настоящее время доступны и поэтому широко распространены. В состав PB входит Li-Ion или Li-Pol аккумулятор (или батарея аккумуляторов), драйвер зарядки/разрядки и преобразователь напряжения, обеспечивающий выходное напряжение, в большинстве случаев 5 В. Основное назначение PB — подзарядка встроенных аккумуляторов различных гаджетов. Но их с успехом можно использовать для питания различной аппаратуры. Например, встроив PB ёмко-

стью 10 А·ч в осциллограф Fnr1si 1014D, можно сделать его автономным с продолжительностью непрерывной работы несколько часов [1].

При применении PB в этом осциллографе особых проблем не возникает. Дело в том, что включённый осциллограф потребляет ток около 1 А, что соответствует штатному режиму большинства PB средней ёмкости. Однако при питании маломощной или нерегулярной нагрузки, когда потребляемый ток может изменяться в большом интервале вплоть до нуля, могут возникнуть проблемы. Дело в том, что алгоритм ра-

боты повышающих преобразователей в разных моделях PB может существенно отличаться. В некоторых моделях номинальное выходное напряжение присутствует постоянно, а в некоторых при малом токе маломощной нагрузки или его уменьшении у нерегулярной нагрузки преобразователь воспринимает это как окончание зарядки аккумулятора гаджета и отключается. В результате выходное напряжение может существенно уменьшиться, и питание нагрузки нарушится.

В разных PB пороговый ток (минимальный выходной ток, при котором преобразователь отключается) может быть разным. Были проведены испытания нескольких типов PB при нагрузке около 1 МОм, т. е. практически на холостом ходу.

PB № 1 чёрный с маркировкой 10000 mah Redmi Power Bank, модель PB100LZM. Преобразователь обеспечивает номинальное выходное напряжения, кратковременно выключается и, когда выходное напряжение снижа-

ется до 4,6 В, включается вновь. Период включения и выключения — около 3 с, потому от него можно питать маломощную или нерегулярную нагрузку, но следует учесть пульсирующий характер выходного напряжения.

PB № 2 чёрный Gurdini Slim Series модель GPSS-0010B. Преобразователь периодически включается с частотой около 500 Гц, поддерживая номинальное выходное напряжение, и через 75 с выходное напряжение уменьшается до напряжения аккумуляторной батареи. Пороговый ток преобразователя этого PB — 2...3 мА, это означает,

напряжения после включения работает 25 с, и потом напряжение падает до 1 В (на нагрузке 1 МОм). Пороговый ток — около 60 мА, поэтому для удержания этого PB во включённом состоянии также требуется установка нагрузочного резистора сопротивлением не более 75 Ом (без учёта тока нагрузки). Но в этом PB предусмотрен особый режим питания маломощной нагрузки. Для включения этого режима после подключения нагрузки надо дважды нажать на кнопку включения, и запускается процесс зарядки на минимальном токе, который продолжается

около 2 ч, после чего преобразо-

которое периодически кратко- временно нагружает его током, превышающим пороговый, запуская тем самым отсчёт времени до выключения заново, называем его запускающим. Аналогичное устройство на основе микроконтроллера было описано в [2]. Но для выполнения такой, в общем-то, несложной процедуры можно применить более простое техническое решение, например генератор импульсов на таймере серии КР1006ВИ1 или хх555.

Схема запускающего устройства на таймере показана на рис. 1. Его устанавливали между PB и нагрузкой. Генератор на таймере DA1 формирует прямо-

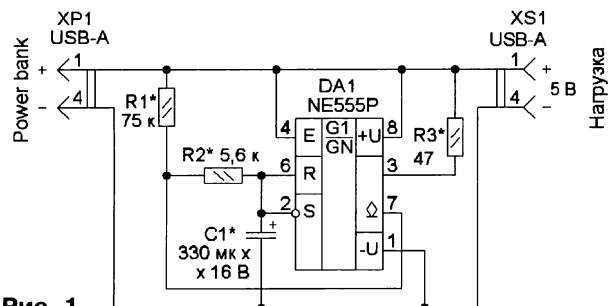


Рис. 1



Рис. 3

что нагрузку с током потребления более этого значения можно питать без проблем. Если же нагрузка нерегулярная и минимальный потребляемый ток меньше, достаточно установить нагрузочный резистор сопротивлением около 2 кОм. Это, конечно же, увеличит общее энергопотребление, но обеспечит бесперебойную работу PB.

PB № 3 TFN Power Mate 10 000, модель TFN-PB-236. Преобразователь напряжения периодически включается с частотой несколько герц, поддерживая номинальное выходное напряжение, пульсации при этом достигают 100 мВ. Он подходит для питания маломощной или нерегулярной нагрузки.

PB № 4 Borofone BJ9 Uranus 10000 mAh. Преобразователь напряжения после включения работает 35 с, и потом напряжение падает до 2,3 В (на нагрузке 1 МОм). В этом случае для удержания PB во включённом состоянии требуется установка нагрузочного резистора сопротивлением не более 75 Ом (без учёта тока нагрузки), что слишком расточительно, и такое техническое решение следует считать неудачным.

PB № 5 X17776 10 000 mAh Mi Power Bank 2s. Преобразователь

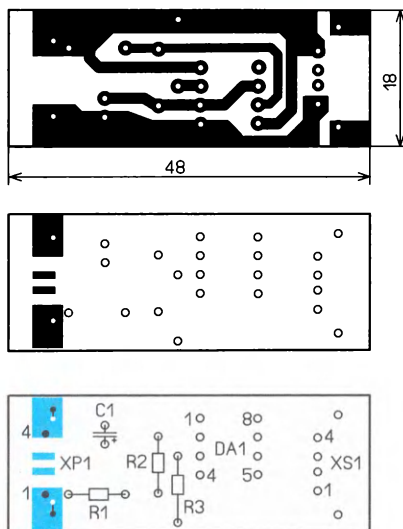


Рис. 2

ватель отключается. В этом режиме индикаторные светодиоды вспыхивают по одному коротковременно поочередно с интервалом около 3 с.

Поскольку моделей PB много, алгоритм работы встроенного преобразователя в каждом конкретном случае может отличаться от перечисленных выше.

Для поддержания преобразователя PB в рабочем состоянии можно использовать устройство,

угольные импульсы, длительность которых зависит от времени зарядки конденсатора C1 через резисторы R1, R2, и паузы, длительность которых зависит от времени разрядки конденсатора C1 через резистор R2 и встроенный транзистор. Для указанных на схеме номиналов это около 20 с и 1 с соответственно. В момент паузы, когда на выходе таймера низкий логический уровень, к линии питания на 1 с подключается резистор R3, который и обеспечивает импульс тока, превышающий пороговый для преобразователя напряжения, запуская отсчёт продолжительности работы заново.

Поскольку для разных PB параметры генератора должны быть различными, сначала надо измерить параметры работы преобразователя, а затем подобрать элементы генератора для получения импульсов с требуемыми параметрами. Сделать это можно с помощью онлайн-калькулятора [3]. Длительность импульса должна быть примерно в 1,5 раза меньше продолжительности непрерывной работы преобразователя PB. Длительность паузы можно подобрать экспериментально, чем она меньше, тем больше экономичность запускающего устройства. Им-

3. Ответ — 1. Микрохема BMM350 фирмы Bosch является трёхосевым геомагнитным датчиком с функцией компаса. Устройство инновационное, обладает функцией восстановления после ударных нагрузок, имеет защиту от внешних магнитных помех и

выполнена по технологиям TMR (туннельное магнитосопротивление) и FlipCore (точная ориентация без калибровки).

Микросхема BMM350 поддерживает интерфейсы Philips I²C и MIPI I3C. Последний разработан в 2016 г. и совместим с I²C. Он обеспечивает на порядок более высокую скорость передачи данных и снижение энергозатрат [1]. Задержка массового внедрения интерфейса I3C связана, скорее всего, с огромным парком существующих I²C-изделий, для замены которых требуется время.

В интерфейсе I3C используются совмещённые с I²C линии связи SCL и SDA, поэтому без дополнительной информации сложно определить тип интерфейса. Неопределённость также вносит линия прерывания INT. В интерфейсе I²C через неё подтверждается готовность данных к отправке. В интерфейсе I3C линия INT не нужна, поскольку её функцию выполняет программное внутрипольное прерывание In-band-interrupt.

4. Ответ — 0. Микросхема MAX31855K фирмы Maxim Integrated это преобразователь сигналов термодатчиков с 14-разрядным АЦП. Последняя буква в названии микросхемы указывает на термодатчик K-типа (хромель, алюминий).

Термодатчики S-типа изготавливаются из платины и родия. Применяются они в высокотемпературных печах в инертной среде, например, при отжиге контактов или спекании стеклоспаев в герметичных разъёмах.

Если подключить термодатчик S-типа к микросхеме MAX31855K, то показания будут сниматься, но верить им нельзя из-за разных температурных характеристик. К счастью, существуют нормированные таблицы, которые позволяют программным способом осуществить перевод.

Пример. Термодатчик S-типа при температуре +1300 °C генерирует напряжение 13,159 мВ [2]. Микросхема MAX31855K при этом определяет температуру +323 °C в соответствии с таблицей для термодатчика K-типа. Задача модуля Arduino, который будет обрабатывать информацию, — умножить эту температуру на коэффициент 4,02476. По такому же принципу

рассчитываются остальные поправочные коэффициенты для всего интервала рабочих температур.

Альтернативный вариант — применить микросхему MAX31855S, в которую уже "зашиита" характеристика термодатчиков S-типа. Схема включения остаётся прежней, поэтому в плате расширения (ПР) топологию печатных проводников дорабатывать не надо.

5. Ответ — 1. ПР DFR0565 — это цифровой изолятор сигналов интерфейса I²C. Конструктивно относится к семейству Gravity. Одной из особенностей этого семейства являются электрически изолированные контактные площадки круглой формы, которые размещаются по краям платы и служат для её механического крепления.

Восемь металлизированных отверстий в контактных площадках выполняют двойную функцию. Во-первых, они являются частью фирменного дизайна семейства Gravity (в семействе Fermion такого нет). Во-вторых, восемь отверстий делают медное покрытие более надёжным и не позволяют ему отслаиваться в процессе эксплуатации.

6. Ответ — 0. Микросхема CC2540F256 фирмы Texas Instruments — это система на кристалле (SoC) для приложения Bluetooth-4.0 с низким энергопотреблением. Внутри находится микроконтроллер промышленного стандарта 8051, имеющий ОЗУ 8 Кбайт и Flash-ПЗУ 256 Кбайт, а также радиочастотный приёмопередатчик, работающий на частоте 2,45 ГГц.

Выходные сигналы RF_N, RF_P микросхемы U1 являются противофазными, следовательно, для их сопряжения с несимметричной антенной E1 необходим согласующий узел. Стандартное решение — применение так называемого балуна (англ. balun — **balanced-unbalanced**). Это жаргонное название для симметрирующего устройства, преобразующего высокочастотный сигнал из симметричного (balanced) в несимметричный (unbalanced), и наоборот.

Чаще всего в качестве балуна применяются трансформаторы на ферритовых магнитопрово-

дах. Но в случае микросхемы CC2540F256 её разработчики рекомендуют неизолированную цепь, состоящую из Г-образных ФНЧ (L2C16) и ФВЧ (L1C13). Для расчёта таких цепей можно использовать бесплатный калькулятор AppCAD фирмы Avago, где теоретические основы приведены в разделе Circuit Design Balun Help Balun Help [3].

7. Ответ — 0 или 1. При отладке ПР нередко используются беспаячные макетные платы Breadboard. Обычно в их гнезда вставляют корпусные радиодетали — резисторы, конденсаторы, транзисторы и пр. Но в наборе DFRobot KIT0098 предложен более оригинальный подход — применение SMD-элементов, распаянных на переходные платы Plugin series. Расстояние между их контактами кратно 2,54 см, следовательно, они легко вставляются в Breadboard.

В наборе KIT0098 присутствуют такие же платы с конденсаторами, диодами, транзисторами, светодиодами. Но нет ограничений для самостоятельного изготовления плат с предохранителями, дросселями, трёхвыводными микросхемами и т. д.

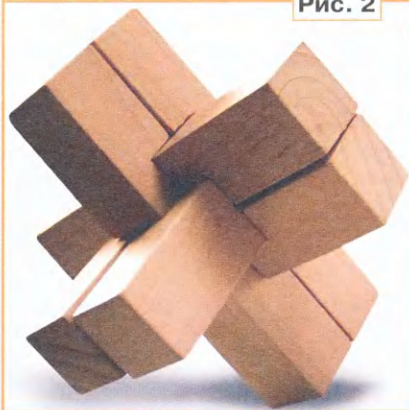
8. Ответ — 0. Flame Wheel Robot — это двухколёсный робот, детали которого вырезаны лазером из деревянных плит толщиной 3 мм. Размеры — 120×120×85 мм, напряжение питания — 6...10 В при токе 0...3 А, управляющий МК — ATmega328, связь через Bluetooth.

Собирается робот по принципу Лубаньского замка (Luban lock). Эта технология предусматривает минимальное число крепёжных элементов по аналогии с деревянными срубами, выполненными "без единого гвоздя". Процесс сборки напоминает квест, развивает логическое мышление и очень нравится молодёжи.

Для справки. Лубаньский замок [4], известный также как замок Кунмин, — традиционная китайская игрушка, предположительно изобретённая Чжугэ Кунмином с использованием технологии китайского плотника Лу Баня (770 476 гг. до н. э.).

Детали со сложными трёхмерными пазами и уступами собираются вручную до идеального сцепления друг с другом. В

Рис. 2



оборотный с углом поворота 300 град, то для получения напряжения 100 мВ его вал нужно было бы повернуть на 6 град, что очень мало. Многооборотные резисторы как раз и применяются в случаях, когда требуется "вылавливать" доли милливольт, например в имитаторе термопары S-типа (рис. 3). Приобрести такие резисторы сейчас не проблема, да и стоимость их невелика.

10 ● Ответ — 1. Микросхема TPS60400 фирмы Texas Instruments — это инвертор напряжения Charge pump, требующий лишь одного

Переключателем K1 выбирается сопротивление нижнего плеча делителя, при этом изменяется напряжение, подаваемое на вход АЦП модуля Arduino. Программа обработки Arduino анализирует входное напряжение и принимает решение — в каком из пяти положений находится переключатель.

Для достижения максимальной помехоустойчивости требуется обеспечить одинаковую разность напряжений на входе АЦП при последовательном переводе переключателя K1 в положения 1, 2, 3, 4, 5 (напряжения, соответственно, V_1, V_2, V_3, V_4, V_5).

Формула для расчёта напряжения $V_1 = VCC \cdot (R5 + R6 + R7 + R8) / (R13 + R5 + R6 + R7 + R8) = 3,3 \cdot (30 + 10 + 4,99 + 3) / (12 + 30 + 10 + 4,99 + 3) = 2,64$ В. Остальные напряжения рассчитываются аналогично.

Итого: $V_1 = 2,64$ В, $V_2 = 1,98$ В, $V_3 = 1,32$ В, $V_4 = 0,66$ В, $V_5 = 0$. Разница между двумя любыми соседними напряжениями одинакова — 0,66 В, следовательно, ряд резисторов R5—R8 выбран оптимально.

12 ● Ответ — 1. Микросхема INA219 фирмы Texas Instruments — это измеритель тока (мощности) с нулевым дрейфом и интерфейсом I²C. С одной стороны на неё подаётся напряжение питания +3,3 В, а с другой стороны — измерительное напряжение VIN+, VIN-, в цепи которого измеряется ток, протекающий через шунт R1.

Согласно справочным данным на микросхему INA219 порядок выключения измерительного и питающего напряжений не имеет значения. Микросхема выдерживает напряжение 0...26 В на измерительных контактах, независимо от того, подано на неё питание или нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. I3C интерфейс. — URL: <https://2shemi.ru/i3c-interfeys/> (10.05.25).
2. Type S Thermocouple. — URL: <https://www.thermocoupleinfo.com/type-s-thermocouple.htm> (10.05.25).
3. AppCAD Version 4.0.0. — URL: <http://www.hp.woodshot.com/> (10.05.25).
4. Luban Lock. — URL: http://wiki.china.org.cn/index.php?title=Luban_Lock (10.05.25).

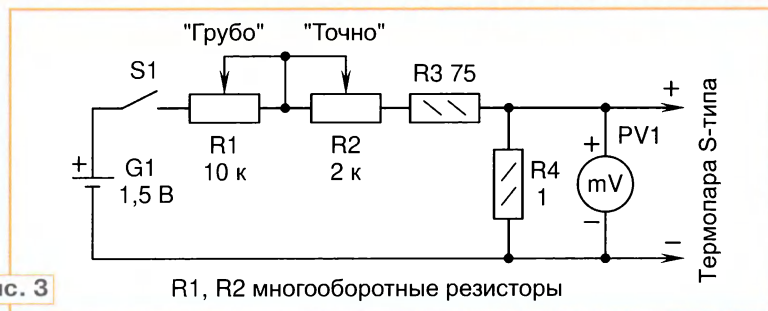


Рис. 3

R1, R2 многооборотные резисторы

простейшей конструкции Лубаньского замка используются три детали, которые нужно собрать в трёхсторонний крест (рис. 2). Разобрать головоломку легко, а собрать намного сложнее.

9 ● Ответ — 1. На плате DFR0058 размещаются два элемента: многооборотный проволочный переменный резистор 3590S-2-103L фирмы Bourns и разъём JST-PH2.0. Сопротивление между средним и любым из крайних выводов резистора изменяется от нуля до 10 кОм за десять полных оборотов, т. е. за 3600 град. Функциональная характеристика — линейная, тип А.

Средний вывод резистора R1 подключается к порту A5 модуля Arduino, а крайние — к цепи питания VCC = 5 В и общему проводу GND. Предположим, что напряжение на входе Arduino равно $V_{100} = 100$ мВ, при этом сопротивление резистора R1 между контактами GND и OUT составляет $R1_x = R1 \cdot V_{100} / VCC = 10 \cdot 100 / 5 = 200$ Ом. Теперь можно рассчитать угол поворота по формуле $\gamma_x = \gamma_{3600} \cdot R1_x / R1 = 3600 \cdot 0,2 / 10 = 72$ град.

Важный момент. Если бы резистор R1 был обычный одно-

внешнего конденсатора. На вход IN поступает положительное напряжение 3 В, а с выхода OUT снимается такое же отрицательное напряжение при токе нагрузки 0...60 мА. Входное напряжение — 1,6...5,5 В, корпус — SOT23/5, занимаемая площадь — 50 мм².

Наименование цепи -3.0V не должно вводить в заблуждение. Напряжение, близкое к -3 В,

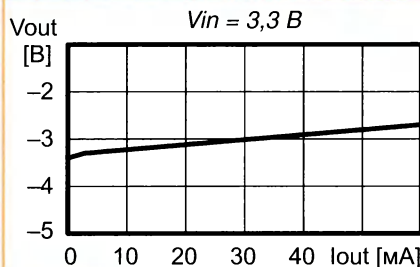


Рис. 4

будет только в случае отсутствия нагрузки, иначе оно уменьшается по абсолютной величине, как показано на рис. 4.

11 ● Ответ — 0. Переключатель K1 имеет пять положений и одно направление. Резисторы R5—R8 совместно с "pull-up" резистором R13 образуют делитель напряжения от источника VCC = 3,3 В.

Цена одного номера журнала 2025 г. (с 1-го по 12-й номер) при покупке
в редакции — **520 руб.**

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой
из редакции (адресная рассылка) для индивиду-
альных подписчиков России — 3840 руб., для
индивидуальных подписчиков из стран зарубе-
жья — 6000 руб.

Стоимость для юридических лиц России —
4080 руб.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2021	11—12	150 руб.	250 руб.	800 руб.
2022	1—9, 11—12	200 руб.	300 руб.	800 руб.
2023	3—4, 7—12	420 руб.	520 руб.	800 руб.
2024	1—12	490 руб.	600 руб.	900 руб.
2025	1—12	520 руб.	640 руб.	1000 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. Наложным платежом редакция журналы не высылает!

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



Подписка на ПОЧТЕ РОССИИ



Подписка через КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ

Журнал "Радио" в интернет-магазине OZON



Поддерживаемые
ОС



Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР



Защита от хищений средств

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



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

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



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

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

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



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



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

