

09(319)/2017

Издается с января 1991 г.

Учредитель и издатель журнала:  
ИЧУП "РАДИОЛИГА"

Журнал зарегистрирован  
Министерством информации  
Республики Беларусь  
(свид. о гос. рег. СМИ № 684 от 12.10.2009 г.).

Главный редактор  
НАЙДОВИЧ В.М.

Редакционный совет:

АБРАШ Р.В.  
БАДЛО С.Г.  
БАРАНОВИЧ М.Л.  
ГУЛЯЕВ В.Г.  
КОВАЛЬЧУК С.Б.  
МОСКАТОВ Е.А.  
НАЙДОВИЧ О.М.  
ЧЕРНОМЫРДИН А.В.

Оформление  
СТОЯЧЕНКО С.Б.

Директор журнала  
НАЙДОВИЧ В.М.

Адрес для писем:

Беларусь, 220015, г. Минск-15, а/я 2

Address for correspondence:

p/o box 2, Minsk-15, 220015, Belarus

E-mail: [rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com)

<http://www.radioliga.com/>

Адрес редакции:

Минская обл., Минский р-н,  
пос. Привольный, ул. Мира, 20-10  
Тел./факс (+375-17) 231-70-86

Подписано к печати 11.09.2017 г.

Формат 60x84/8 6 усл. печ. л.

Бумага газетная.

Печать офсетная.

Отпечатано в типографии

ООО "ЮСТМАЖ",

г. Минск, ул. Калиновского, 6, Г 4/К, ком. 201.

Лицензия 02330/250 от 27.03.2014 г.

Заказ №

Тираж 500

Цена свободная.

Все права закреплены. Любая часть данного издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения редакции журнала. При цитировании – ссылка на журнал обязательна.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Позиция редакции может не совпадать с мнением авторов публикаций.

Редакция имеет право использовать опубликованные в журнале материалы для переиздания в любом виде – печатном и электронном, с указанием авторов, включая статьи, присланные в журнал и защищенные авторскими правами.

Редакция не несет ответственности за содержание и авторский оформительский стиль рекламных публикаций и объявлений.

Редакция оставляет за собой право вступать в переписку с авторами и читателями по усмотрению.

© Радиолобитель

# В номере

## ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

- 2 Новости от C-NEWS  
5 Новости от Cisco Systems

## АВТОМАТИКА

- 6 *Святослав Бабын (UR5YDN)*. Цветомузыкальное устройство на люминесцентных лампах  
8 *Михаил Шустов*. Ночные светильники с Lilon и LiPol аккумуляторами

## АУДИОТЕХНИКА

- 10 *Андрей Савченко*. Реинкарнация 6С19П. Часть 1  
**АНОНС КНИГИ**  
13 *Михаил Барановичков*. Приемники и детекторы излучений. Справочник

## ИЗМЕРЕНИЯ

- 14 *Михаил Шустов*. Расчет параметров и резервирование элементов LED-цепочек  
16 *Е. Trank*. Графики зависимости тока через конденсатор от емкости при напряжении 220 В  
**АНОНС КНИГИ**  
15 *Сергей Комаров*. Индивидуальное вещание

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- 18 *Сергей Комаров (UA3ALW)*. Блок питания для конструкций на стержневых радиолампах

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 20 *Елена Бадло, Сергей Бадло*. Lua для встраиваемых систем. Часть 5 или... Метеостанция #ESP.Meteo в Twitter-e

## РАДИОПРИЕМ

- 24 *Василий Гуляев*. Новости радиовещательных диапазонов  
**БЫВАЕТ...**  
26 *Виктор Беседин (UA9LAQ)*. Ко мне обратился...  
27 *Владимир Рубцов (UN7BV)*. АРУ связного приёмника

## "РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ

- 30 *Анатолий Бобков*. Генераторы стандартного поля  
34 *Алексей Браницкий*. Домашнее радиоконструирование  
36 *Святослав Бабын (UR5YDN)*. Радиопередатчик и радиоприемник Си-Би диапазона  
38 *Александр Берёзкин (UA1AEB)*. "Радиовещание на русском языке"

## РАДИОСВЯЗЬ

- 39 *Виктор Беседин (UA9LAQ)*. "Лимонный" передатчик: и на биполярном...

## ТЕХНОЛОГИИ

- 42 *Сергей Воронков*. Создание ТВЧ установки

## КНИЖНАЯ ЛАВКА

### РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

- 46 Радиотехника  
46 Электроника

## КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

## "РЛ" - ИНФО

Подписка на журнал предлагается всеми отделениями связи.

Подписной индекс по каталогу БЕЛПОЧТА 74996

Подписной индекс по каталогу БЕЛСОЮЗПЕЧАТЬ 74996

Подписной индекс по каталогу РОСПЕЧАТЬ 74996

ООО "Северо-Западное Агентство «Прессинформ»" (Россия),

ООО "Информнаука" (Россия), ЗАО "МК-Периодика" (Россия),

ГК "Урал-Пресс" (Россия), ГП "Пресса" (Украина), АО "Летувос паштас" (Литва),

ООО "Подписное агентство PKS" (Латвия), ГП "Пошта Молдовой" (Молдова),

Фирма "INDEX" (Болгария), Kuschnerov EASTUROBOOKS (Германия).

Подписной индекс – 74996.

**AMD выпустила “самые мощные в истории” процессоры для ПК**

<http://zoom.cnews.ru/news/item/350281>

**AMD выпустила процессоры премиум-класса**

Компания AMD начала продажи двух из трех процессоров, входящих в линейку Ryzen Threadripper. Покупателям уже доступны 16-ядерная 32-поточная модель 1950X и 12-ядерная модель 1920X с 24 потоками. Последней, в конце августа 2017 г., выйдет модель 1900X с восьмью ядрами и 16 потоками.

Новые процессоры основаны на 14-нанометровой архитектуре Zen. Помимо четырехканального контроллера памяти DDR4, они обладают встроенным контроллером интерфейса PCI Express на 64 линии. Подразумевается прямое подключение SATA/NVMe/USB к процессору. Новинки также используют процессорное гнездо Socket sTR4 с 4096 контактами, которое ранее никогда не использовалось. Материнские платы для новых моделей поставляют ASRock, Asus, Gigabyte и MSI.

Как и анонсировалось на этапе создания, множитель процессоров разблокирован, что позволяет пользователям выполнять самостоятельный разгон. Базовая частота Ryzen Threadripper 1950X составляет 3,4 ГГц, у 1920X этот показатель 3,5 ГГц, а у 1900X – 3,8 ГГц. Все модели обладают потенциалом разгона до 4 ГГц. Первые эксперименты тестировщиков-любителей показали, что достаточно безопасно достигается и частота 4,09 ГГц.

Цены на новинки намекают, что продукция рассчитана для пользователей ПК премиум-класса. Ryzen Threadripper 1950X обойдется в \$999, модель 1920X стоит \$799, ожидаемая стоимость младшего процессора 1900X – \$549.

**Конкуренция с Intel**

Новая линейка AMD призвана конкурировать с последней линейкой Intel i9. Характеристики большинства моделей из нее были обнародованы на этой неделе.

Процессор Core i9-7980XE работает на тактовой частоте 2,6 ГГц, но потенциал разгона достаточно велик: в режиме Turbo Boost 2.0 – до 4,2 ГГц, а Turbo Boost 3.0 разгоняет два ядра до 4,4 ГГц. Процессор укомплектован 18 ядрами и 36 потоками, а его стоимость выше, чем у решений AMD – \$1999. 16-ядерный 32-поточный Core i9-7960X с частотой 2,8 ГГц разгоняется до аналогичных показателей, но стоит дороже – \$1699. Еще одна ключевая модель линейки – 14-ядерный 28-поточный Core i9-7940X стоимостью \$1399 с базовой частотой 3,1 ГГц.

Компания AMD приводит на своем сайте результаты сравнения процессоров из конкурирующих линеек, из которых можно сделать вывод о том, что Ryzen Threadripper превосходит решения Intel.

Впрочем, независимые тесты уже продемонстрировали, что в задачах, которые не требуют равномерной нагрузки на все ядра, новинки от AMD уступают конкуренту. Такая же ситуация как минимум с некоторыми современными играми.

Тем не менее, аналитики отмечают, что AMD наконец-то удалось выпустить линейку, которая хотя бы на каком-то уровне будет конкурировать с Intel, чьи решения безоговорочно лидируют на рынке на протяжении многих лет.

**Раскрыты все характеристики новых топовых процессоров Intel Core i9**

<http://zoom.cnews.ru/news/item/349871>

**Новые процессоры Intel**

Intel сообщила окончательные характеристики своих новейших десктопных процессоров семейства Core X. В общей сложности компания опубликовала спецификации 12 процессоров из 18, в том числе Intel Core i9-7920X, Intel Core i9-7940X, Intel Core i9-7960X и Extreme Edition Intel Core i9-7980XE.

Intel анонсировала новое семейство десктопных процессоров Core X на выставке Computex 2017, которая прошла в июне в Тайбэе, Тайвань. В семейство вошли более мощные версии существующих Core i5 и Core i7, наряду с новой долгожданной линейкой Core i9 повышенной производительности. 12-ядерный Core i9 можно будет купить уже 28 августа, но 14- и 18-ядерные процессоры поступят в продажу только 25 сентября. 10-ядерный Core i9, а также Core i7 и Core i5 уже запущены в продажу.

Целевая аудитория Core X – это геймеры и создатели контента, то есть те пользователи, которые нуждаются в большой вычислительной мощности. Процессоры должны позволить без проблем играть в современную игру с высоким разрешением, при этом транслируя ее прохождению зрителям и поддерживая с ними чат. Или, например, открыть сразу четыре инструмента для создания контента, чтобы запечатлеть их в видео-блоге.

**Топовые модели**

Процессор Core i9-7980XE работает на тактовой частоте 2,6 ГГц, но режим Turbo Boost 2.0 позволяет увеличить ее до 4,2 ГГц, а Turbo Boost 3.0 разгоняет два ядра до 4,4 ГГц. Процессор имеет 18 ядер и 36 потоков, а также 24,75 МБ кэш-памяти L3. Стоит он \$1999.

16-ядерный 32-поточный Core i9-7960X в обычном состоянии имеет частоту 2,8 ГГц, но она аналогичным способом может быть увеличена до 4,2 ГГц, а потом до 4,4 ГГц. Объем кэш-памяти L3 достигает 22 МБ. Процессор можно приобрести за \$1699.

14-ядерный 28-поточный Core i9-7940X стоимостью \$1399 начинает работу с 3,1 ГГц, но может быть разогнан до 4,2 ГГц, и далее до 4,4 ГГц. Кэш-память L3 составляет 19,25 МБ. Цена процессора составляет \$1399.

За \$1399 можно будет приобрести 12-ядерный 24-поточный Core i9-7920X, работающий на частоте 2,9 ГГц, а при разгоне – 4,3 ГГц и 4,4 ГГц. Объем кэш-памяти L3 достигает у него 16,5 МБ.

**Технические особенности**

Примечательно, что технология Turbo Boost 3.0 работает с каждым ядром индивидуально. В однопоточном режиме ядро разгоняется на 15%, в многопоточном – на 10%. Технологию поддерживают только шесть самых мощных процессоров из всех представленных: все пять Core i9 и один Core i7, а именно Core i7-7820X. Остальные два Core i7 и один Core i5 работают только с Turbo Boost 2.0. До этого циркулировала информация, что поддерживать Turbo Boost 3.0 будут только Core i9, и то не все.

Кроме того, все Core i9 и два Core i7 будут поддерживать 4-канальную память DDR4-2666, лишь один Core i7 и один Core i5 ограничиваются 2-канальной DDR4-2666. Ранее считалось, что с 4-канальной DDR4-2666 смогут работать только Core i9.

**Конкуренция с AMD**

Появление Core X доказывает серьезность намерений Intel в ее конкуренции с компанией AMD, пишет ресурс The Verge. AMD недавно выпустила процессоры Ryzen, которые многим в отрасли кажутся первыми жизнеспособными конкурентами Core за многие годы.

Кроме того, AMD намерена еще до конца 2017 г. выпустить в рамках Ryzen передовую линейку Threadripper, где будет присутствовать модель с 18 ядрами и 32 потоками, с которой Core i9 Extreme придется конкурировать на равных условиях.

**В России создано ПО для “перепрограммирования” мозга после инсульта**<http://zoom.cnews.ru/news/item/350251>*Платформа Reabunculus*

Российская компания “Интеллект и инновации” создала программно-аппаратный комплекс, с помощью которого можно “перепрограммировать” мозг человека, в частности, те его центры, которые отвечают за двигательные функции. Комплекс предполагается использовать для реабилитации пациентов, перенесших инсульт.

В настоящий момент Reabunculus находится на апробации в Научном центре неврологии РАН. С ней работает группа пациентов и врачей-реабилитологов. По словам руководителя проекта Егора Токунова, продавать систему в российские медицинские учреждения компания пока не может в силу отсутствия медицинского регистрационного удостоверения. Однако предложить систему конечному пользователю в качестве лечебной физкультуры уже можно. Осенью компания планирует начать продвижение продукта в Европе.

*Технические особенности*

Комплекс включает в себя программную платформу Reabunculus, созданную с использованием технологий нейросетей, виртуальной реальности и датчиков движения Microsoft Kinect. Платформа работает в облаке Microsoft Azure. Аппаратная часть комплекса представлена жестовым контроллером Microsoft Kinect. Кроме того, для работы комплекса потребуется ноутбук и телевизор.

Для прогнозирования движений с помощью нейросети будут использоваться мощности Microsoft Azure. В облаке будет создаваться модуль нейронной сети, хранящий своеобразный слепок с манеры движения конкретного человека. Этот модуль можно загрузить на локальный ПК, который будет прогнозировать движения пользователя в реальном времени. Microsoft Azure был выбран потому, что это ускоряет начало тренировок для конечного пользователя и позволяет не отдавать ему ядро системы.

*Моторика в виртуальной реальности*

Смысл работы Reabunculus заключается в том, что платформа фиксирует движения пользователя, и представляет все ошибки и неточности в этих движениях в преувеличенном виде. Например, человек целится в мишень из воображаемого пистолета, при этом его рука немного дрожит или направляет пистолет слегка в сторону. Reabunculus прогнозирует, как может усугубиться эта ошибка. В итоге на экране телевизора будет показано, что рука дрожит сильнее или значительно отклонила пистолет.

Это преувеличение помогает мозгу понять, что именно ему нужно сделать, чтобы навести пистолет точно. Если при работе с Reabunculus используется не телевизор, а шлем виртуальной реальности, то пользователь принимает изображение, показанное ему системой, за свои настоящие жесты. Процесс напоминает компьютерную игру – изначально контроллер Microsoft Kinect предназначался для игровой консоли Xbox 360, а потом и для Xbox One.

Компания “Интеллект и инновации” провела исследование меткости стрельбы, в котором участвовало 60 человек. Те 30 из них, которые тренировались с использованием этой системы, смогли улучшить меткость стрельбы в среднем на 50%. Эта методика может быть эффективна при подготовке спортсменов, космонавтов, военных и т. п., поскольку позволяет усвоить практически любой двигательный навык.

*Реабилитация после инсульта*

Двигательные нарушения после инсульта возникают потому, что в результате кровоизлияния в мозг погибает часть нейронов, отвечающих за моторику. Однако соседние нейроны, которые повреждены меньше, могут не только восстановиться, но и взять на себя функции погибших. Своевременное выполнение реабилитационных упражнений помогает полностью восстановить утраченные навыки, отмечает Ольга Попова, сотрудник компании “Интеллект и инновации” и научный сотрудник отдела исследований мозга Научного центра неврологии.

Однако зачастую пациент выполняет упражнения неточно, и в результате в его мозгу закрепляется неправильный навык. Благодаря преувеличенному отображению неточных движений Reabunculus заставляет пациента выполнять упражнения с высокой степенью точности. Кроме того, весь комплекс Reabunculus обходится гораздо дешевле локомотов – специальных роботов, которые обычно применяют в реабилитации.

Чтобы мотивировать пациента не бросать тренировки, если его прогресс не очевиден, система может работать наоборот – отчетливее показывать не ошибки, а достижения. По словам Токунова, в окончательном варианте системы эти два подхода будут совмещаться.

**Цвета командной строки Windows изменились впервые за 20 лет**<http://zoom.cnews.ru/news/item/349161>*Microsoft прибавляет яркости*

Компания Microsoft впервые за последние 20 лет обновила цвета консоли Windows Console. Цветовое обновление станет доступно тестировщикам Windows 10 в новой предварительной сборке системы 16257, появившейся в минувшую среду.

Как пишет <https://www.theverge.com/2016/3/30/11331014/microsoft-windows-linux-ubuntu-bash> The Verge, кроме общего изменения цветовой гаммы, разработчики ОС поменяли оттенок традиционного синего цвета – он стал ярче, и теперь более разборчив на современных высоко-контрастных дисплеях.

Это, казалось бы, небольшое изменение принесет значительное облегчение владельцам LCD и LED – дисплеев, уже не первый год жаловавшимся в Microsoft, что синий цвет Windows Console “слишком темный”.

Актуальность цветовой корректировки также будет востребована теми, кто работает с Windows 10 в оболочке Bash, изначально разработанной для ОС семейств Linux и Unix. Напомним, эта функция стала доступна весной 2016 г. в Insider Preview Build 14316.

Уточняется, что тестировщики увидят новые цвета по умолчанию только при “чистой” установке Insider Preview Build 16257 (либо, в последующем, более поздней версии).

“Мы не хотим переписывать ваши цветовые настройки”, - заранее предупредила Microsoft. В ближайшее время Microsoft планирует выпустить инструмент, который предоставит пользователям выбирать самим, какую цветовую схему – старую или новую – им использовать. Инструмент поможет тем, кто апгрейдил предыдущую версию Insider Preview Build.

*Глаз-контроллер*

Еще одним нововведением в инсайдерской сборке Windows 10 стала бета-версия утилиты для управления ОС с помощью глаз Eye Control. Утилита работает с контроллером Tobii Eye Tracker 4C шведской компании Tobii, и изначально предназначенным для геймеров как замена шлема виртуальной реальности.

В ближайшее время разработчики планируют добавить поддержку Tobii Dynavox PCEye Mini, PCEyePlus и EyeMobile Plus. Утилита позволит работать с ОС парализованным людям. Полностью управление взглядом станет доступно уже осенью вместе с выходом Windows 10 Fall Creators Update.

Также разработчики внесли изменения в браузер Microsoft Edge и защитную технологию Windows Defender Application Guard.

**“Касперский” выпустил приложение, показывающее, кто звонит с незнакомого номера**

<http://zoom.cnews.ru/news/item/347751>

“Лаборатория Касперского” разработала приложение, предоставляющее пользователю информацию о незнакомых номерах, с которых ему звонят. Приложение ведет реестр мошеннических номеров, в пополнении которого участвуют все желающие. По желанию пользователя, такие номера могут автоматически блокироваться.

*Запуск Kaspersky Who Calls*

“Лаборатория Касперского” выпустила пилотное мобильное приложение Kaspersky Who Calls, сообщающее пользователю сведения о незнакомых номерах, с которых он получает звонки. Рядом с номером телефона Kaspersky Who Calls выводит на экран название организации, за которой закреплен номер, и вид деятельности этой организации. Исходя из этих сведений, пользователь решает, отвечать ли на звонок. Из соображений приватности имя и фамилия звонившего рядом с номером не выводятся, даже если они есть в базе.

Если у незнакомого номера плохая репутация, приложение предупредит об этом владельца смартфона. Репутацию номерам создают сами пользователи Kaspersky Who Calls, добавляя их в облачный список нежелательных контактов. После того, как номер будет занесен в базу, все пользователи приложения начнут получать уведомление, что он принадлежит мошеннику. Эта система должна быть эффективна против SIM-карт, купленных спамерами инкогнито.

На вопрос CNews, можно ли таким образом умышленно скомпрометировать не-мошеннический номер, в пресс-службе “Лаборатории” ответили, что информация из “черного списка” перепроверяется сотрудниками еще до занесения в базу. Кроме того, для признания номера ненадежным нужно более трех жалоб. Kaspersky Who Calls можно настроить так, что мошеннические и другие нежелательные номера будут автоматически блокироваться.

Kaspersky Who Calls распространяется бесплатно, пока что он доступен только в России. Приложение работает на платформах Android 4.0.3 и выше, а также iOS10.0 и выше. Оно не предназначено для работы с iPhone 5, iPhone 5C и iPad.

*Похожие приложения*

Kaspersky Who Calls – не единственное приложение, которое помогает пользователю получить информацию о незнакомом номере. В сентябре 2009 г. скандинавская компания True Software Scandinavia запустила похожее приложение Truecaller. Бесплатная программа сверяет незнакомый номер со своей базой неблагонадежных контактов, а также ищет связанную с ним информацию в интернете. У приложения бывают проблемы с безопасностью: в июле 2013 г. его серверы предположительно были взломаны сирийскими хакерами. Преступники получили в свое распоряжение базу данных объемом 459 ГБ.

Приложение Whoscall тайваньской компании Gogolook, подразделения корейской NHN, также способно идентифицировать незнакомый номер. Оно было запущено в 2010 г. База данных приложения доступна офф-лайн, в нем можно настроить блокировку нежелательных вызовов. В апреле 2014 г. программа имела проблемы с безопасностью – начала высвечивать на экране адреса и домашние телефоны звонивших. Звонившие оказались публичными персонами, поэтому ситуация получила широкое освещение в СМИ. Как выяснилось, приложение брало данные из базы, утекшей с правительственного сервера.

Платное приложение TrapCall от американской компании TelTech просит за идентификацию звонивших \$4,95 в месяц. Пользователь сначала отклоняет входящий звонок с незнакомого номера, а потом ему приходит сообщение со сведениями об этом контакте. Еще одно бесплатное приложение, Track Caller Location от компании Smartlogic, позволяет без подключения к интернету определить местоположение звонившего. Приложение было запущено в 2014 г. Еще есть приложения Whos Calling и Contactive, которые считаются эффективными при поиске информации о незнакомом номере в соцсетях.

**В России создали новый тип 3D-биопринтеров**

<http://zoom.cnews.ru/news/item/346171>

*Новый вид биопринтеров*

Российская компания 3D Bioprinting Solutions представила новый вид 3D-принтеров для печати человеческих органов – на основе магнитной ловушки. Презентация состоялась в ходе состоявшегося в Нижегородской области фестиваля Alfa Future People.

*Что такое 3D Bioprinting Solutions*

Компания 3D Bioprinting Solutions создана Александром Островским, основателем сети медицинских лабораторий “Инвитро”, и предпринимателем Юсефом Хесуани. Разработками в компании руководит Владимир Миронов, советский ученый, эмигрировавший в США, но затем вернувшийся в Россию. Миронов обладает рядом патентов в сфере печати человеческих органов.

В 2015 г. компания уже разработала первый 3D-биопринтер – “Фабрион”. На нем в лаборатории печатают щитовидную железу. Особенностью “Фабриона” является печать органа слой за слоем из биоматериала.

*Необходимы испытания в космосе*

Новый тип биопринтеров, представленный 3D Bioprinting Solutions, – магнитный, и он работает по-иному. Биопринтер использует сфероиды – биочернила, созданные из стволовых клеток. Биопринтер создает магнитную ловушку, в которой сфероиды сами собираются в ткань.

Как пояснил CNews представитель 3D Bioprinting Solutions, существует теория, что магнитный биопринтер способен при работе более точно воспроизводить ход выращивания ткани, подобно тому, как это происходит в живом организме, нежели принтер “Фабрион”. Для магнитного биопринтера нужна невесомость.

В условиях земного притяжения для работы биопринтера требуется существенно увеличивать силу магнитных полей. Кроме того, при работе на Земле происходит вытягивание печатаемых тканей.

Для проверки работы магнитного биопринтера в условиях невесомости компания 3D Bioprinting Solutions договорилась об отправке устройства на Международную космическую станцию.

*Как дождь усилил интерес к технологиям на Alfa Future People*

Alfa Future People – ежегодный фестиваль электронной музыки под открытым небом, который проходит в селе Большое Козино Нижегородской области. Главным отличием Alfa Future People от других музыкальных фестивалей является наличия зоны для активного спорта и зоны технологий.

В зоне технологий происходят презентации технологических компаний и лекции. В том числе свой лекторий на фестивале организовал Фонд развития интернет-инициатив (ФРИИ). В 2017 г. фестиваль проходил при неблагоприятных погодных условиях: из-за сильного дождя в день, предшествующий фестивалю, его территория была в лужах и грязи.

Но, как говорит гендиректор фестиваля Виктор Шкипин, это не снизило количество зрителей, чье число составило около 50 тыс., а привело к увеличению посетителей в зоне технологий, где можно было укрыться от дождя.



Cisco – мировой лидер в области информационных технологий, с 1984 способствующий развитию Интернета. Наши сотрудники, партнеры и разрабатываемые решения обеспечивают безопасные подключения, помогая воспользоваться преимуществами цифровых технологий будущего уже сегодня.

Узнать больше о решениях, технологиях и текущей деятельности компании можно на сайтах [www.cisco.ru](http://www.cisco.ru) и [www.cisco.com](http://www.cisco.com), а также в “Твиттере” @CiscoRussia

## Снова в школу и за парты академий Cisco!

*Самый большой виртуальный класс на планете отмечает свой двадцатилетний юбилей*

Эпоха всеобщей цифровизации устанавливает новые образовательные стандарты и увеличивает потребность в квалифицированных кадрах в области инфокоммуникаций. Компании предъявляют высокие требования к кандидатам с учетом передовых технологических тенденций, определяющих развитие экономики.

Сетевая академия Cisco – программа фундаментальной подготовки по теории и практике проектирования, строительства и эксплуатации локальных и глобальных сетей – служит примером взаимовыгодного сотрудничества между ИТ-индустрией и учебными заведениями. Двадцатилетний юбилей – повод подвести промежуточные итоги и рассказать о ближайших планах.

За 20 лет существования программа приобрела всемирный размах: она действует в 170 государствах, включая Россию. В 1997 году начали работу 64 академии Cisco; сегодня в мире действуют 9 600 академий, а ее выпускниками стали 6,9 млн человек. Инвестиции Cisco в оборудование, создание учебных материалов и подготовку необходимых ресурсов составляют порядка 2,6 млрд долларов.

Первая академия Cisco в России была открыта в Москве на базе Национального исследовательского ядерного университета “МИФИ” в 1999 году. Сейчас в России свыше 500 академий Cisco, в которых преподают более 650 сертифицированных инструкторов, а общее число выпускников превысило 72 тысячи человек. В 2016/2017 учебном году отмечен значительный прирост слушателей (23%): обучение по программе прошли около 22 тысяч россиян.

Академии Cisco предлагают различные учебные курсы в зависимости от квалификации слушателя. При этом учебный план выстроен таким образом, чтобы каждый следующий курс был логическим продолжением предыдущего и позволял постоянно повышать профессиональный уровень. Слушатели могут выбирать направление, в котором планируют развиваться: в новейшем учебном плане большое внимание уделяется таким сферам, как сетевые технологии, информационная безопасность и Интернет вещей (IoT).

В настоящее время специалисты должны не только обладать необходимыми знаниями и навыками, но и уметь быстро и эффективно решать проблемы в постоянно меняющихся условиях. В альманахе “Атлас новых профессий”, составленном Агентством стратегических инициатив, перечислены перспективные специализации, которые будут востребованы на рынке труда в ближайшие 15-20 лет. В каждой из упомянутых отраслей значительное число профессий связано с глубинными знаниями в области высоких технологий. ИТ-образование будет одинаково востребовано сетевыми врачами, агрокибернетиками, строителями “умных” дорог, системными инженерами морской инфраструктуры, техно-стилистами и т.д.

“Программа Сетевой академии Cisco – составляющая устойчивого развития российской системы ИТ-образования и подготовки кадров для цифровой экономики, – рассказывает Дмитрий Разумовский, руководитель программ корпоративной социальной ответственности Cisco в России. – Цифровые сети оказали большое влияние на принципы ведения бизнеса и стимулировали спрос на изобретательных и технически грамотных специалистов. Академии Cisco участвуют в решении проблемы ограниченности ресурсов образовательных учреждений, предоставляя им технологическую поддержку и средства, а, главное, – учебную программу, открывающую слушателям новые карьерные возможности”.

По статистике, более 2/3 выпускников программы получают более интересную и ответственную должность, а также повышение зарплаты. Карьера многих сотрудников Cisco служит тому подтверждением. Александр Бирюков – выпускник академии Cisco при Московском технологическом университете (МИРЭА) 2006 года. Когда Александр обучался на четвертом курсе вуза по специальности “Автоматизированные системы обработки информации и управления”, он стал слушателем академии Cisco по курсу CCNA (Cisco Certified Network Associate), а в 2008 – занял третье место во второй международной студенческой Олимпиаде Cisco. Затем последовали стажировка в компании Cisco, корпоративное обучение по программам Cisco Sales Associates Program (CSAP) в Амстердаме и Customer Proof of Concept Labs (CPOC) в Лондоне. Сегодня Александр Бирюков работает системным инженером Cisco в российском представительстве компании. Он занимается вопросами предпродажной поддержки, предоставляя технические консультации заказчикам. “Сетевая академия Cisco определила мое профессиональное будущее и позволила получить багаж знаний, который я использую по сей день, – говорит Александр. – К несомненным преимуществам программы я отношу оптимальное сочетание теории и практики, так как все задачи, которые решают студенты академий Cisco, максимально приближены к реальности. Материал хорошо структурирован и представлен в интерактивной форме”.

Одним из значимых проектов, реализованных за 20 лет существования программы Сетевой академии Cisco, стала совместная инициатива Cisco и некоммерческой организации PH International – “Сетевая академия Cisco на службе общества” (Cisco Networking Academies for Public Service Program (CNAPS)). Суть проекта заключалась в том, чтобы на базе некоммерческих организаций предоставить возможность обучения и сертификации студентам и молодым ИТ-специалистам, заинтересованным в помощи учреждениям социального обслуживания населения. Помимо повышения профессионального уровня слушателей, удалось внести вклад в развитие культуры волонтерской деятельности в России.

Стоит упомянуть, что учебные материалы программы Сетевой академии Cisco признаны во всем мире в качестве системы подготовки участников международного чемпионата WorldSkills по компетенции “Сетевое и системное администрирование”. Чемпионаты WorldSkills регулярно проводятся в десятках стран мира с целью популяризации рабочих профессий и привлечения молодых кадров в производственный сектор экономики, а также для совершенствования квалификационных стандартов профессионального образования с учетом национальных и международных требований.

Наращивая взаимодействие с российской системой образования, компания стремится к расширению программы и росту числа студентов в академиях Cisco. В течение пяти лет планируется увеличить число академий до 2,5 тысяч с ежегодным выпуском в 100 тысяч слушателей.

**Святослав Бабын (UR5YDN)**  
пгт Кельменцы  
Черновицкой обл.  
Украина

“Эпоха” цветомузыки началась в шестидесятых годах. Особая популярность цветомузыки была в 80-е годы. Простейшие цветомузыкальные устройства (ЦМУ) были даже в сельских клубах. Постепенно эта “мода” прошла. В настоящее время на концертах используют сложные, довольно эффективные светодинамические устройства; однако даже простые ЦМУ могут “украсить” новогоднюю вечеринку или дискотеку.

## Цветомузыкальное устройство на люминесцентных лампах

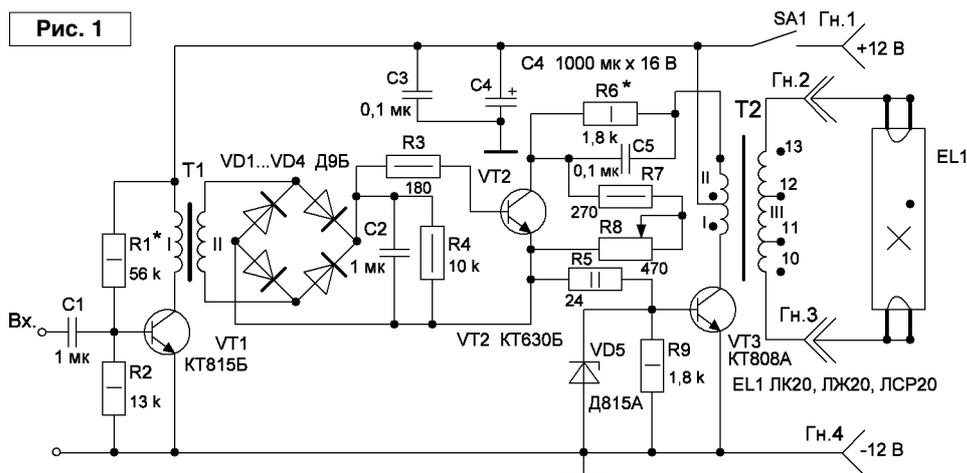
В технической литературе описано много вариантов цветомузыкальных устройств на лампах накаливания, на светодиодах, а с использованием люминесцентных ламп – довольно мало. Лучший вариант – это цветомузыкальное устройство на светодиодных матрицах, однако на данный момент они довольно дорогие. Автор предлагает свой вариант простого цветомузыкального устройства на люминесцентных лампах с питанием устройства от источника  $\pm 12$  В. Для получения высокого напряжения пита-

ния люминесцентных ламп (ЛЛ) применены преобразователи напряжения с изменением яркости свечения ЛЛ.

Принципиальная электрическая схема одного выходного блока приведена на **рис. 1**. В схеме использован трансформатор типа ТВС-90ЛЦ5 от цветного телевизора с небольшой доработкой. Преобразователь питается напряжением  $\pm 12$  В и обеспечивает зажигание и горение люминесцентных ламп мощностью 20...30 Вт. При питании напряжением  $\pm 12$  В потребляемый ток для одного канала составляет 1 А, при максимальной яркости свечения ЛЛ.

Как видно из схемы, это классический блокинг-генератор. Для защиты входных цепей транзистора VT3 от перенапряжения в схему введен стабилитрон VD5. Положительная обратная связь осуществляется за счет обмотки “II” трансформатора T2. Повышающая обмотка трансформатора используется от самого ТВС и, согласно [1], обмотка 11-12 содержит 170 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм, обмотка 12-13 содержит

Рис. 1

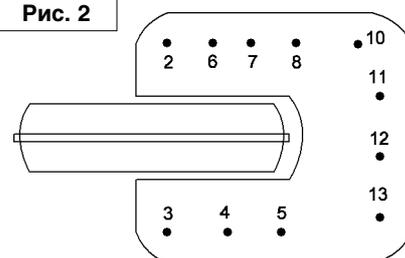


230 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм. Данных обмотки 10-11 в справочнике не указано. По замерам напряжений на обмотках трансформатора, ориентировочно, количество витков обмотки 10-11 составляет 370; диаметр провода, вероятно, не менее 0,29 мм, так как в телевизоре через эту обмотку поступает ток на анод лампы строчной развертки. Доработка трансформатора состоит в том, что свободный ферритовый стержень обматывается плотной бумагой и наматывается (без разборки трансформатора) в два провода 20 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм; затем намотанные, первая и вторая обмотки, включаются последовательно, согласно, то есть, конец первой с началом второй. На среднюю точку обмоток подается питание. Подсказка расположения выводов на ТВС-90ЛЦ5 приведена на **рис. 2**.

Транзистор VT1 необходимо установить на радиаторе с  $S = 25$  см<sup>2</sup>. Транзистор VT3 необходимо установить на радиаторе с  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Транзисторы VT1, VT2, VT3 могут иметь любые буквенные индексы.

Звуковой сигнал поступает на вход транзистора VT1, на котором собран буферный каскад с трансформаторным выходом. К вторичной обмотке трансформатора T1 подключен выпрямитель по мостовой схеме на германиевых диодах Д9Б (VD1...VD4). Звуковой сигнал выпрямляется, сглаживается и подается на вход регулирующего транзистора VT2, сопротивление которого изменяется в зависимости от напряжения звукового сигнала. Для начала установим потенциометр R6 на максимальное сопротивление. Если на вход схемы подать синусоидальный сигнал с частотой 400...1000 Гц и плавно увеличивать напряжение, то в какой-то момент произойдет зажигание ЛЛ и свечение с небольшой яркостью; а

Рис. 2



затем, при увеличении входного напряжения, яркость свечения лампы будет увеличиваться. Возможен также второй вариант – без подачи сигнала на вход выходного блока уменьшаем сопротивление потенциометра R6 и добиваемся небольшой яркости свечения лампы EL1; а при подаче сигнала на вход транзистор VT2 будет уменьшать свое сопротивление и лампа будет светить ярче, в зависимости от напряжения входного звукового сигнала. Данные трансформатора T1: Шп12 79НМ-0,35 W1 = 1000 витков ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм, W2 = 1400 витков ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм. Следует заметить, что вместо ТВС 90ЛЦ5 возможно применить и ТВС-110ЛА и другие. При поступлении музыкальной программы люминесцентная лампа будет светить с разной яркостью. Второй вариант работы выходного блока менее утомительный для глаз, так как ЛЛ не гаснет полностью, однако многим нравится и первый вариант.

Чаще цветомузыку делают трехканальной: для низких частот (НЧ) – красный цвет, для средних частот (СЧ) – зеленый цвет, для высоких частот (ВЧ) – синий цвет (голубой цвет). Ясно, что для этого выходных блоков (схема, рис. 1) необходимо изготовить три. Схема фильтров для разделения музыкальной программы приведена на рис. 3. Данные трансформатора T1: Шп12 79НМ-0,35 W1 = 200 витков ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм, W2 = 800 витков ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм. Данные катушек индуктивности: ферритовый броневой сердечник с  $\mu = 2000$  типа Б22, L1 – W = 1590 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,08 мм (605 мГн); L2 – W = 840 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,112 мм (166 мГн); L3, L4 – W = 644 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,125 мм (100 мГн).

Катушки индуктивности взяты готовые, из списанной аналоговой аппаратуры уплотнения типа В2-2, которая использовалась в связи в 80-х годах.

С помощью потенциометров: R1 (общий на все три канала), и

по каждому каналу отдельно; R3 – красный цвет, R4 – зеленый цвет и R5 – синий (голубой), возможно выставлять оптимальный режим работы цветомузыки. ЛЛ возможно применить с белым свечением, типа ЛБ20, ЛД20 и с применением светофильтров, однако лучший вариант – это использования ЛЛ специального назначения с цветным люминофором, которые используются для светового дизайна, художественной подсветки зданий, вывесок, витрин и т.д. Рекомендуется использовать: ЛК20 – красного цвета; ЛЗ20 – зеленого цвета и ЛСР20 – синего цвета, рефлекторная, или ЛГ20 – голубого цвета.

Желательно также дополнить схему инверсным каналом, суть которого в том, что при отсутствии на входе звукового сигнала лампа светит

постоянно, а при поступлении сигнала эта лампа гаснет. Для этой цели можно взять лампы белого цвета, типа ЛБ20, ЛД20 или желтого цвета, типа ЛЖ20. Схема выходного блока для получения инверсии приведена на рис. 4. Оптимальный уровень сигнала для инверсного канала регулируется потенциометром R2 (см. рис. 3). Звуковой сигнал при поступлении на вход транзистора VT1 усиливается, выпрямляется и сглаживается конденсатором C2 и при определенном уровне открывается транзистор VT2 и шунтирует входную цепь транзистора VT3, лампа гаснет. Яркость свечения лампы возможно регулировать с помощью потенциометра R7.

Источник питания должен обеспечивать ток не менее 3 А. Возможно также питать устройство от автомобильного аккумулятора на 12 В.

Рис. 3

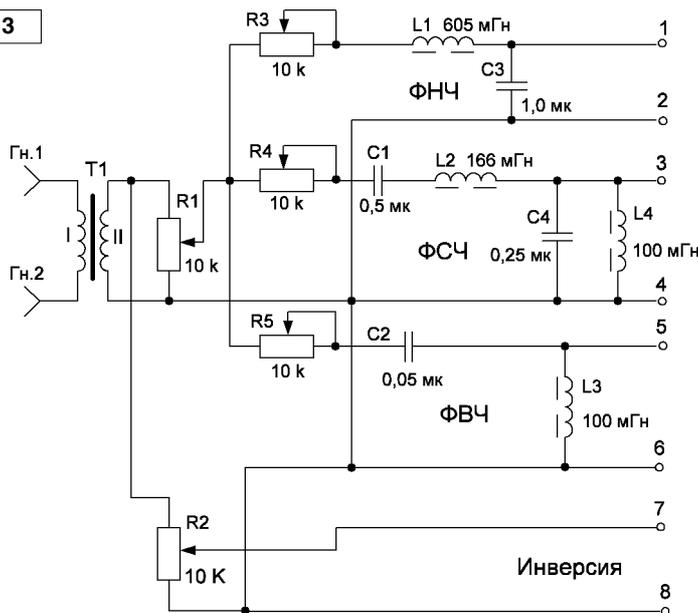
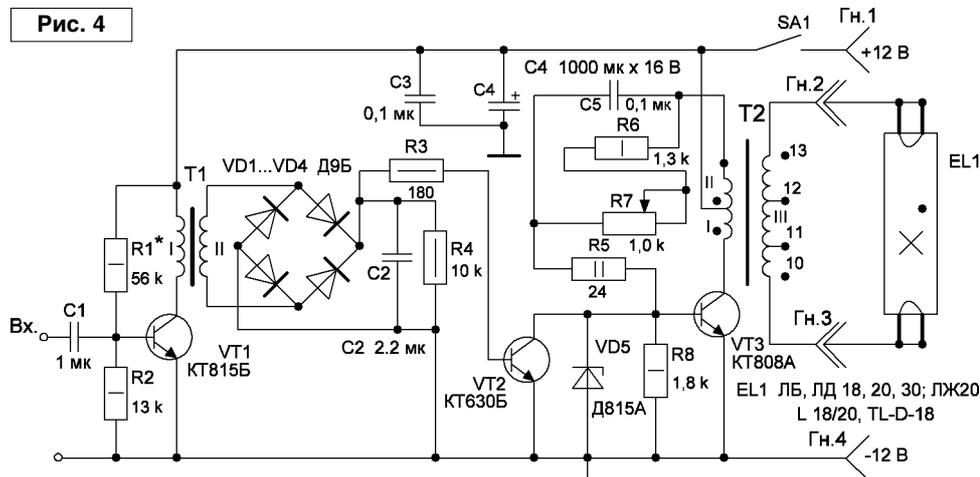


Рис. 4



Люминесцентные лампы подключаются к устройству двухпроводным шнуром со стандартными электро-вилками. Цветомузыкальное устройство подсоединяется к выходу усилителя, параллельно к громкоговорителю. При питании от аккумулятора пользоваться цветомузыкальным устройством возможно также на природе, в вечернее время.

ЦМУ собрано в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 230x110x90 мм. Для начала можно изготовить один блок прямого канала и блок для инверсного канала и

применить для них ЛК20 и ЛЖ20 – получим цветомузыкальную мигалку. В этом варианте звуковой сигнал подается через потенциометры без разделяющих фильтров. В дальнейшем устройство возможно усложнить, дополнив еще два канала и блок разделяющих фильтров.

### ВНИМАНИЕ!

Питание люминесцентных ламп осуществляется высоким импульсным напряжением, что опасно для человека, поэтому необходимо соблюдать правила

техники безопасности при работах на электроустановках.

### Литература

1. Кузинец Л.М., Соколов В. С. Узлы телевизионных приемников: Справочник. - М.: "Радио и связь", 1987. – 192 с, ил.
2. О.П. Григорьев, В.Я. Замятин, Б.В. Кондратьев, С.Л. Пожидаев. Транзисторы: Справочник. - М.: "Радио и связь", 1990. – 272 с.: ил. - Серия "Массовая радиобиблиотека"; Вып. 1144.



## Ночные светильники с Lilon и LiPoI аккумуляторами

**Михаил Шустов**  
г. Томск  
E-mail: [mas@go.ru](mailto:mas@go.ru)

Ночные светильники с подзарядкой от солнечных батарей запасают электрическую энергию в аккумуляторе в светлое время суток и отдают ее, разряжаясь на светоизлучающий диод, как только стемнеет. Подавляющее большинство таких светильников в качестве резервуара энергии используют одноэлементный NiCd или NiMn аккумулятор малой емкости.

Недостатки такого схемотехнического решения очевидны. Это невозможность напрямую запитать светоизлучающий диод без применения преобразователя напряжения и, самое главное, – неискоренимый порок таких аккумуляторов – эффект “памяти”. Эффект памяти заключается в том, что аккумулятор “запоминает” состояние недоразряда или недозаряда и в последующих циклах заряда/разряда не способен зарядиться или разрядиться выше или ниже этих уровней. В итоге ресурс аккумулятора быстро иссякает, а само устройство превращается в бесполезную игрушку.

Более удачливы в отношении эффекта памяти оказались Lilon и LiPoI аккумуляторы, однако цена их не идет ни в какое сравнение с их NiCd или NiMn собратьями. Однако выход из положения есть. За последние годы у населения накопились неисчерпаемые запасы старых, потерявших былые кондиции, Lilon и LiPoI аккумуляторов, преимущественно от вышедших из употребления сотовых телефонов и фотоаппаратов. Хотя такие аккумуляторы и утратили до половины своей емкости и мало пригодны для использования в системах сотовой связи, они могут с успехом быть использованы в составе ночных светильников.

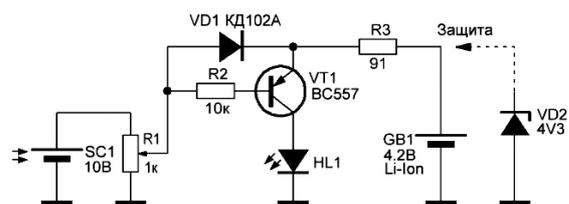
На приводимых ниже рисунках показаны примеры схем ночных светильников с использованием в качестве накопителей энергии Lilon и LiPoI аккумуляторов. В отличие от схем-предшественников с использованием NiCd или NiMn аккумуляторов такие светильники способны заряжаться в условиях нестабильного по

причине неблагоприятных метеоусловий освещения и имеют **большой** запас энергии, позволяющий обеспечить более яркое и продолжительное освещение.

На **рис. 1** показан простейший вариант схемы ночного светильника с использованием минимума компонентов. Потенциометр R1 позволяет согласовать уровни усредненного для конкретных условий эксплуатации напряжения от солнечной батареи, поступающего на зарядку аккумулятора. Транзистор VT1 при условии, что входное напряжение (напряжение зарядки) превышает напряжение аккумулятора, заперт, светодиод HL1 обесточен. Заряд аккумулятора протекает через диод VD1 и токоограничивающий резистор R3. Дополнительную защиту аккумулятора от перезаряда обеспечивает стабилитрон VD2, рассчитанный на напряжение 4,3 В.

При приближении темноты напряжение с солнечной батареи снижается настолько, что база транзистора VT1 через потенциометр R1 и резистор R2 оказывается подключенной к “минусовой” шине. Транзистор открывается, ток от аккумулятора GB1 через токоограничивающий резистор R3 и транзистор протекает через светодиод HL1, вызывая его свечение.

Недостатком схемы, **рис. 1**, является то, что величина тока, протекающего через светодиод HL1, нестабильна и понижается по мере разряда аккумулятора.



**Рис. 1.** Простейшая схема ночного светильника из минимума деталей

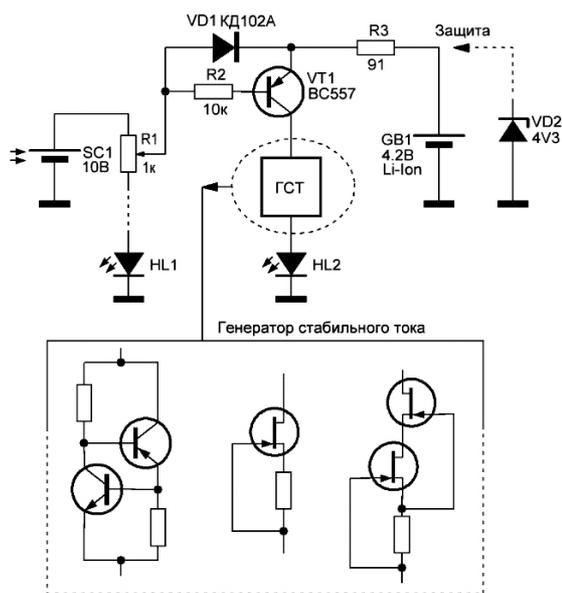


Рис. 2. Ночной светильник с генератором стабильного тока в цепи разряда аккумулятора

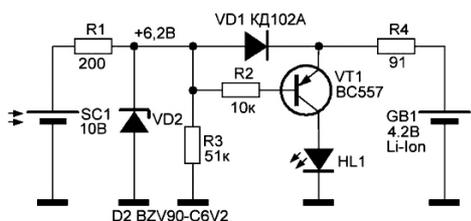


Рис. 3. Ночной светильник с параметрическим стабилизатором уровня напряжения, снимаемого с солнечной батареи

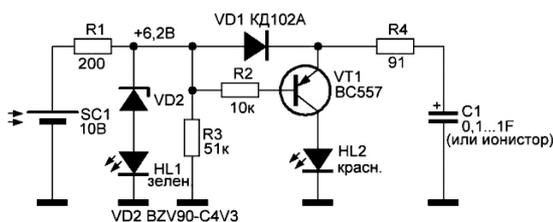


Рис. 4. Усовершенствованная схема ночного светильника с индикатором-стабилизатором входного напряжения и альтернативным накопителем энергии

Очевидное решение этой проблемы – включение в разрядную цепь генератора стабильного тока, выполненного по одной из классических схем, **рис. 2**. Дополнительным бонусом схемы, **рис. 2**, является включение дополнительного светодиода HL1, индицирующего рабочий режим солнечной батареи. Этот светодиод одновременно выполняет функцию визуального вольтметра и позволяет точнее ориентировать солнечную батарею на источник света.

Светильники, **рис. 3** и **рис. 4**, содержат простейшие параметрические стабилизаторы зарядного напряжения – R1 и VD2, **рис. 3**, или R1 и VD2+HL1, **рис. 4**. В качестве альтернативы аккумулятору в устройстве, **рис. 4**, использован электролитический аккумулятор

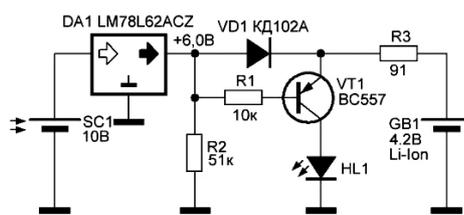


Рис. 5. Ночной светильник с интегральным стабилизатором зарядного напряжения

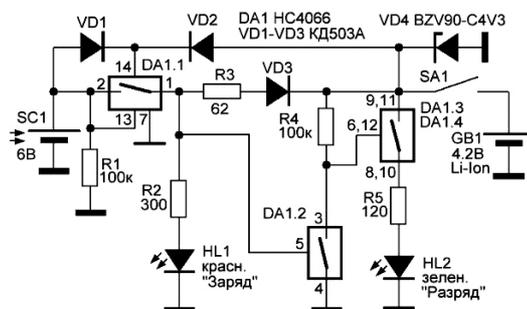


Рис. 6. Ночной светильник на основе КМОП-ключевых элементов

высокой емкости или ионистор на рабочее напряжение не ниже 6 В.

На **рис. 5** стабилизатор выполнен в виде миниатюрной интегральной микросхемы DA1.

Существенно отличается от предыдущих устройств светильник на основе КМОП-коммутатора – микросхема DA1 HC4066, **рис. 6**. Напряжение для питания микросхемы на ее вывод 14 поступает сразу от двух источников питания – солнечной и аккумуляторной батареи через диоды VD1 и VD2 и поэтому не поднимается выше 6 В и не опускается ниже 4...3,7 В. Если напряжение с солнечной батареи превышает напряжение аккумулятора, ключ DA1.1 открыт, ток от солнечной батареи через резистор R3 и диод VD3 заряжает аккумулятор. Стабилитрон VD4 ограничивает максимальное напряжение на аккумуляторе на уровне 4,3 В.

Светодиод HL1 индицирует процесс зарядки; ключ DA1.2 открыт, запараллеленные ключи DA1.3 и DA1.4 – закрыты, светодиод HL2 отключен.

Если внешнее освещение заметно снижает интенсивность или исчезает, ключ DA1.1 выключается, светодиод HL1 гаснет, ключ DA1.2 отключается, а ключи DA1.3 и DA1.4 включаются и подключают светодиод HL2 через токоограничивающий резистор R5 к аккумулятору.

В качестве транзистора VT1 можно использовать практически любой транзистор структуры p-n-p. В разрядной цепи рассмотренных устройств вместо обычных светоизлучающих диодов можно включить мигающий светодиод и/или низковольтный звукоизлучатель со встроенным генератором, что позволит использовать устройство для индикации аварийных или тревожных ситуаций, связанных с отключением света или электроэнергии.



# Реинкарнация 6С19П. Часть 1

Андрей Савченко

г. Омск

E-mail: Sobiratel\_sxem@mail.ru



**Окончание.**  
Начало в №8/2017

После добавления шунтирующих конденсаторов была повторно измерена АЧХ усилителя. Данная АЧХ показана на скрине **рис. 6**. По скрину видно, что подъём АЧХ осуществлен в области 10 кГц на уровень около 3-4 дБ. После снятия АЧХ дополнительно была измерена реакция усилителя на прямоугольный импульс. Данная реакция показана на скрине **рис. 7**. Как и ожидалось, на фронтах прямоугольного импульса появились выбросы, связанные с локальным подъёмом АЧХ. Так же по форме выброса можно сделать заключение о высокой устойчивости усилителя, так как реакция на прямоугольный импульс аperiodическая.

После введения корректирующих конденсаторов было вновь произведено контрольное прослушивание усилителя. Звук скорректированного усилителя мне понравился больше, так как он обладает отличным уровнем и детальностью низких частот, высокие частоты прослушиваются достаточно чисто и детально, приглушение было полностью скомпенсировано. Если вы решите повторить именно данный вариант усилителя, попробуйте прослушать на своей акустической системе исходный вариант усилителя, возможно, коррекция АЧХ вам не понадобится.

2. В выходном каскаде усилителя в качестве радиоламп Ла5, Ла6 было включено в каждое плечо параллельно по 2 радиолампы

6С19П. Из технической литературы известно, что при параллельном соединении ламп без изменения сопротивления нагрузки выходная мощность не изменяется,

но выходное сопротивление усилителя уменьшается пропорционально количеству включённых радиоламп. Именно данный вариант усилителя (но без корректирующих

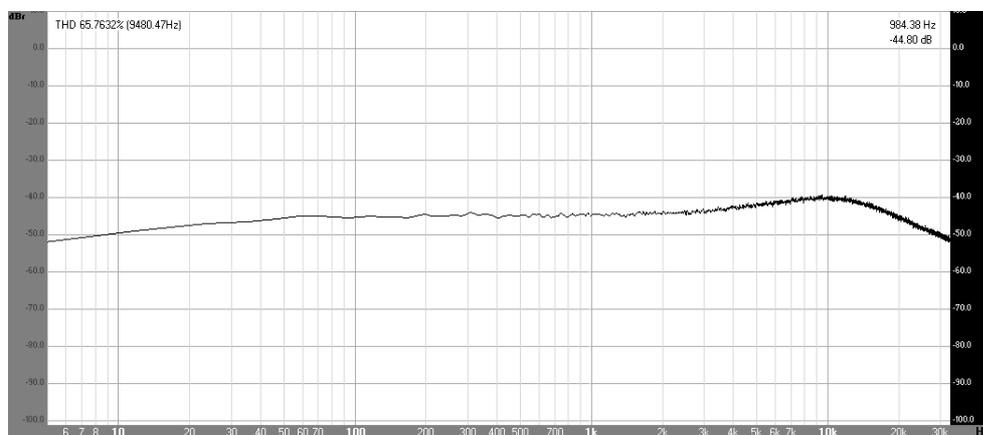


Рис. 6

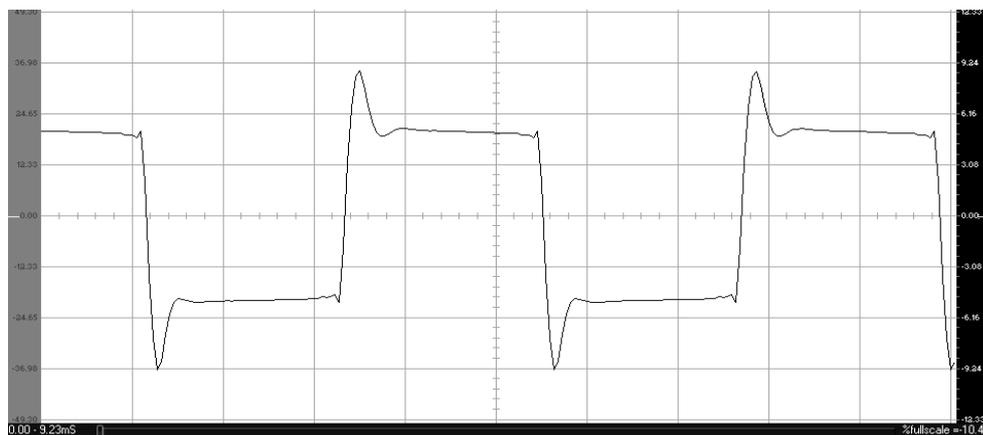


Рис. 7

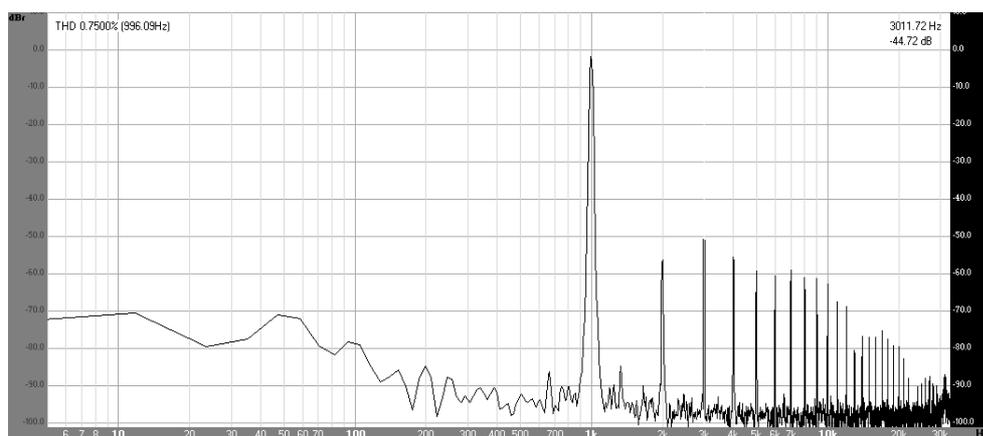
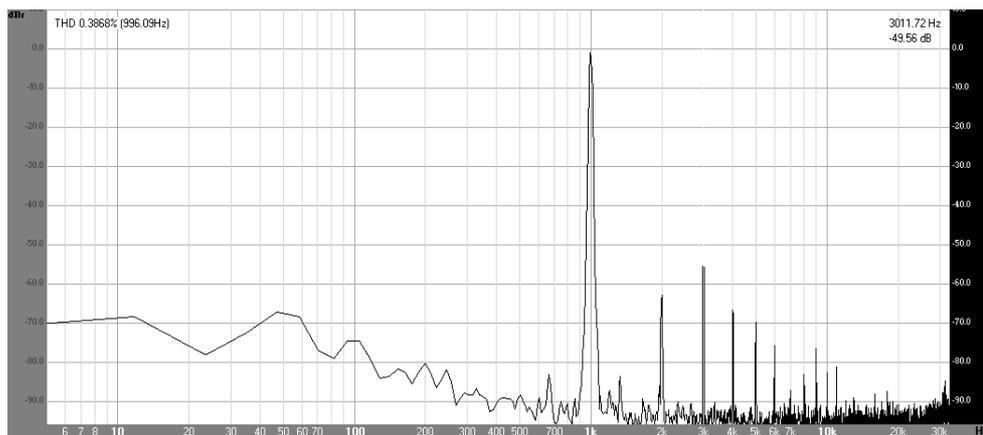


Рис. 8



**Рис. 9**

конденсаторов) показан на схеме **рис. 1**, а его настройка описана выше под исходной схемой.

После настройки усилителя было произведено измерение основных параметров данного варианта усилителя. АЧХ и реакцию на прямоугольный импульс не привожу, так как они практически не изменились.

На скрине **рис. 8** показан спектр сигнала при максимальной выходной мощности, равной 9 Вт. По спектру видно, что суммарный коэффициент гармоник грубо равен 0,75%, а уровень самой высокой – 3-й гармоники, грубо равен -44,72 дБ.

На скрине **рис. 9** показан спектр сигнала на выходе усилителя при половинной выходной мощности. По спектру видно, что суммарный коэффициент гармоник грубо равен 0,39%, а уровень самой высокой – 3-й гармоники, грубо равен -49,56 дБ.

Сравнив спектры сигнала данного варианта усилителя с предыдущим, можно сделать вывод о

том, что суммарный коэффициент гармоник уменьшился во всей области выходных мощностей усилителя.

Выходное сопротивление данного варианта усилителя близко к 0,4 Ом. После измерения основных параметров данного варианта усилителя было произведено его контрольное прослушивание. По сравнению с предыдущим вариантом, звук данного усилителя стал более чётким, жёстким, более напористым. Незначительно повысилась детальность низких частот. Звучание данного варианта усилителя из всех описанных в данной статье мне понравилось больше всего.

На видео [6, 7] показана работа макета данного варианта усилителя во время проведения испытаний. Не стоит судить о качестве воспроизведения по данным видеозаписям, так как микрофон фотоаппарата обладает посредственным качеством + ужасная акустика помещения со множеством эхо

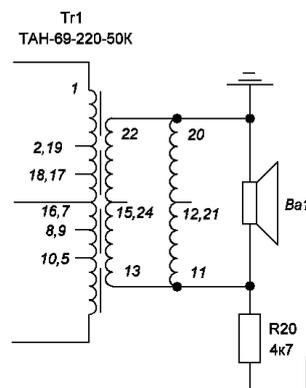
(по видео это прекрасно видно). Видео предназначено исключительно для демонстрационных целей.

На **фото 1** и **фото 2** показан макет данного варианта усилителя при проведении испытаний.

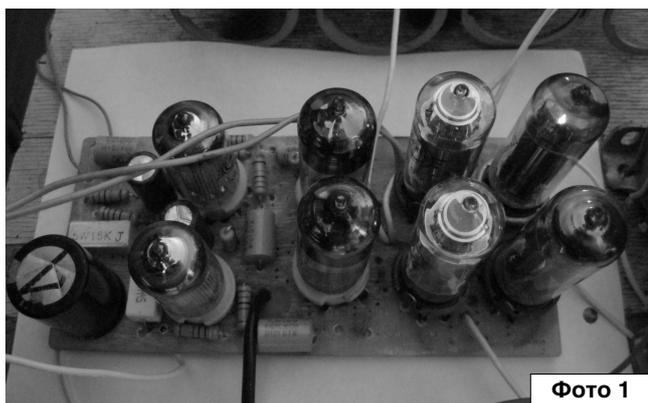
3. В выходном каскаде усилителя было установлено по 2 радиолампы 6С19П в плечо, а выходной трансформатор был соединён по схеме, приведенной на **рис. 10**. Из технической ли-

тературы известно, что при параллельном соединении радиоламп и уменьшении сопротивления нагрузки пропорционально количеству соединяемых ламп выходная мощность возрастает практически пропорционально количеству параллельно соединённых ламп, но при этом выходное сопротивление усилителя не изменяется.

Если сравнить коэффициенты трансформации исходного включения выходного трансформатора и данного варианта включения (соответственно и сопротивления



**Рис. 10**



**Фото 1**



**Фото 2**

нагрузки), то можно заметить, что сопротивление нагрузки в данном варианте уменьшено менее чем в 2 раза. Соответственно ожидаемое повышение выходной мощности будет так же менее 2-х раз, но при этом незначительно уменьшится выходное сопротивление усилителя, то есть мы имеем некий промежуточный вариант.

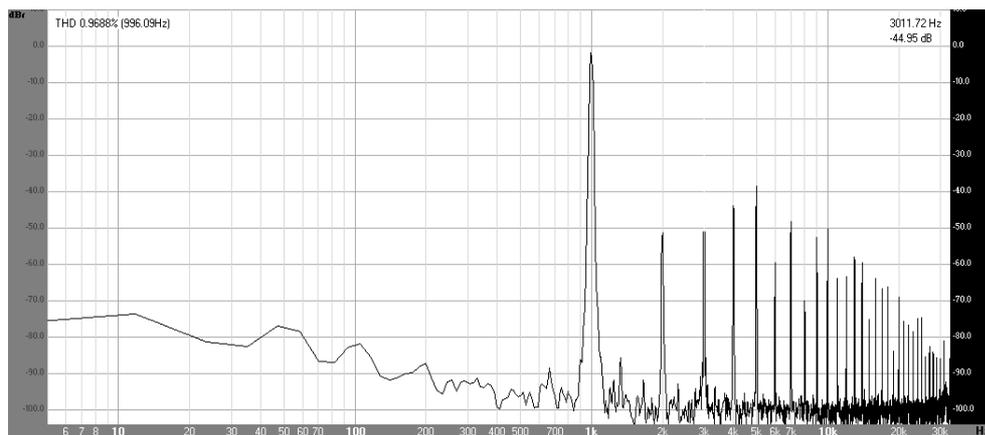
Настройка данного варианта усилителя полностью аналогична настройке предыдущего варианта усилителя, поэтому описывать её не буду. Так же не буду повторно приводить АЧХ усилителя и реакцию на прямоугольный импульс, так как они также практически не изменились.

На скрине **рис. 11** показан спектр сигнала на выходе усилителя при номинальной выходной мощности, равной 12 Вт. По спектру видно, что суммарный коэффициент гармоник грубо равен 0,97%, а уровень самой высокой – 5-й гармоники, равен -38 дБ.

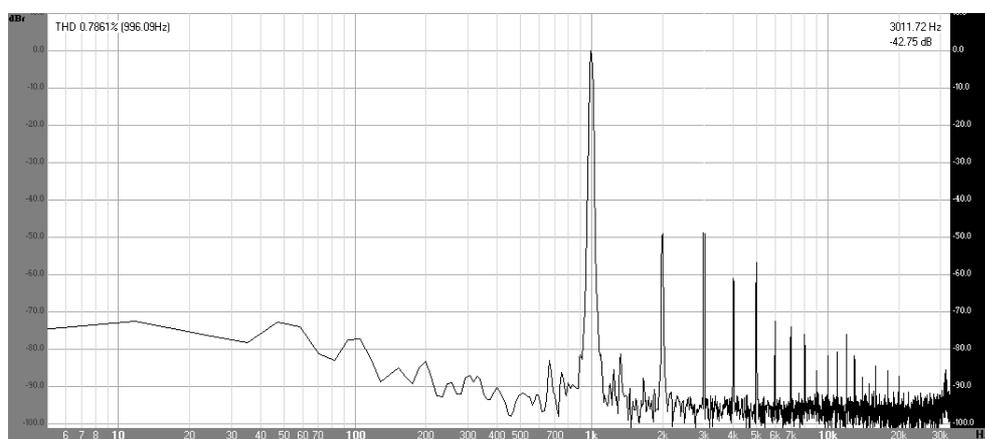
На скрине **рис. 12** показан спектр сигнала на выходе усилителя при выходной мощности, равной 9 Вт. По спектру видно, что суммарный коэффициент гармоник грубо равен 0,79%, а уровень самой высокой – 3-й гармоники, равен -42,75 дБ.

На скрине **рис. 13** показан спектр сигнала на выходе усилителя при выходной мощности, равной 4,5 Вт. По спектру видно, что суммарный коэффициент гармоник грубо равен 0,45%, а уровень самой высокой – 3-й гармоники, грубо равен -49,16 дБ.

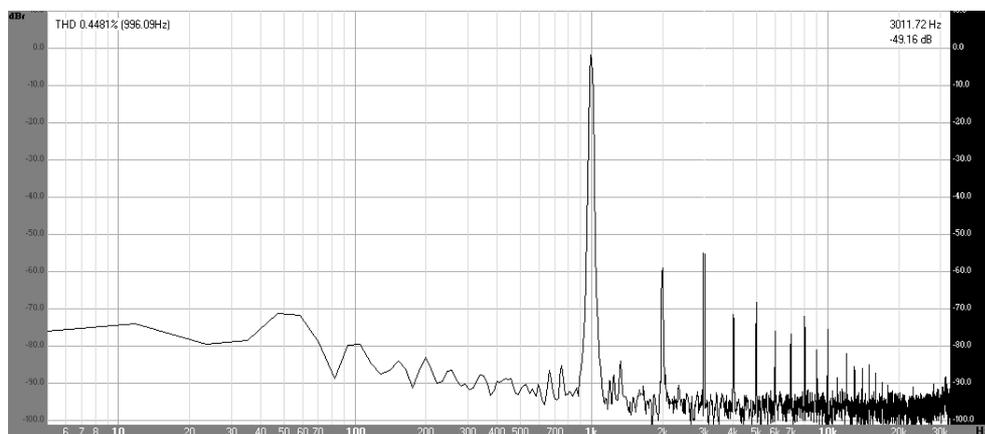
После превышения номинальной мощности 12 Вт усилитель начинает входить в ограничение (клиппинг). В таком режиме усилитель способен развивать на выходе мощность, равную 16 Вт. При



**Рис. 11**



**Рис. 12**



**Рис. 13**

этом суммарный коэффициент гармоник будет грубо равен 3,1%, а уровень самой высокой 3-й гармоники, грубо равен -32 дБ. Спектр сигнала на выходе усилителя в таком режиме работы показан на скрине **рис. 14**.

Выходное сопротивление данного варианта усилителя близко к 0,7 Ом.

После измерения основных параметров усилителя было произведено его контрольное прослушивание. Звучание данного варианта усилителя близко к звучанию первого описанного варианта, но выходная мощность несколько выше, а звучание более мягкое.

Для уменьшения суммарного коэффициента гармоник необходимо

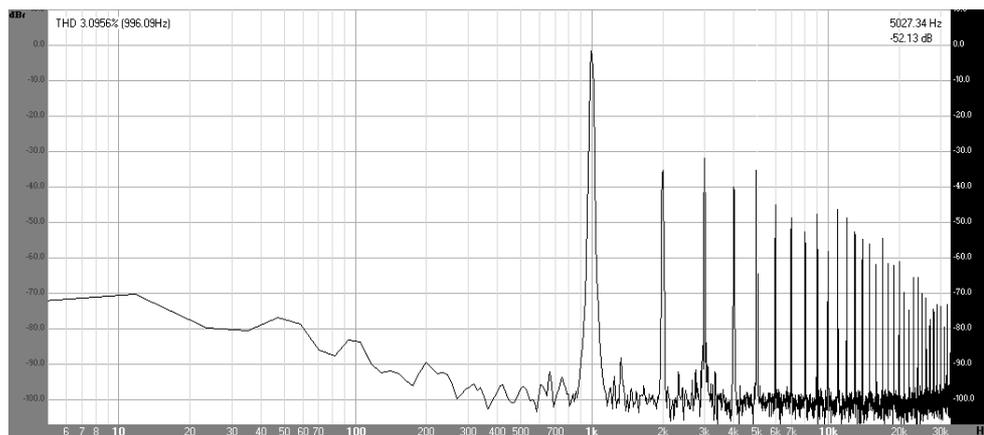


Рис. 14

ламп выходного каскада этот фактор следует обязательно учитывать. Достоинством же режима с полуавтоматическим смещением является возможность установки более низкого тока покоя в классе АВ и, при этом, получение примерно такой же выходной мощности, как в описанных выше вариантах усилителей.

Тем не менее, выполнение выходного каскада без гальванической связи с предварительным усилителем

ламп всех каскадов усилителя подобрать в пары, в особенности лампы выходного каскада усилителя.

Лампы выходного каскада данного усилителя можно так же заменить на радиолампы 6Н5С/6Н13С. При этом, в зависимости от выбранного вами варианта построения выходного каскада, каждая лампа может быть включена как в одно плечо с параллельным соединением триодов, так и одна лампа в оба плеча усилителя (по одному триоду в каждое плечо).

Если вам больше всего понравился вариант усилителя с параллельным соединением 2-х ламп 6С19П в каждом плече, то каждую пару ламп можно заменить одной

радиолампой 6С41С. При этом выходная мощность усилителя практически не изменится.

Кроме того, для снижения потребляемой усилителем мощности выходной каскад усилителя можно выполнить без гальванической связи с предварительным усилителем. В этом случае выходной каскад необходимо выполнить с полуавтоматическим или автоматическим смещением. Следует отметить, что выход усилителя на рабочий режим с полуавтоматическим смещением составляет около 5 минут, а стабильность режима по постоянному току во времени значительно ниже. Соответственно, при настройке и установке тока покоя

потребует наличие дополнительного выпрямленного и хорошо сглаженного отдельного источника питания ламп выходного каскада напряжением 180...220 В.

При сборке источника питания всех представленных вариантов усилителей необходимо помнить, что последний конденсатор фильтра должен быть не менее 470 мкФ для вариантов с 1-м триодом 6С19П (6Н5С, 6Н13С) в плече выходного каскада и не менее 680 мкФ для 2-х триодов 6С19П (6Н5С, 6Н13С), либо одной радиолампы 6С41С в плече.

На этом на сегодня всё.  
С уважением, Андрей Савченко.

### Литература, ссылки

6. Демонстрационное видео: [https://youtu.be/eFAb0A\\_Zv0c](https://youtu.be/eFAb0A_Zv0c)
7. Демонстрационное видео: <https://youtu.be/0C-IQMYTTGQ>



**СХЕМЫ НА ВСЕ СЛУЧАИ ЖИЗНИ:**  
<http://sobiratel-sxem.16mb.com/index.html>

### АННОТАЦИЯ ДЛЯ БИБЛИОТЕКИ

**Бараночников М.Л. Приемники и детекторы излучений. Справочник. – М.: 2017. – 1040 с., табл. 610, ил. 1870. Электронная авторская версия. Части: 1, 2, 3. Формат – PDF, А4, альбомный.**

Справочник является второй, дополненной редакцией книги "Приемники и детекторы излучений", которая вышла из печати ДМК Пресс в 2012 году.

В настоящем справочнике содержатся сведения о приемниках ионизирующего излучения (счетчиках Гейгера, сцинтилляторах, детекторах альфа-, бета-, гамма-, и нейтронного излучений), а также о широкой номенклатуре фоточувствительных приборов — фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, фотоприемных устройств, фотоэлементов и фотоумножителей, передающих телевизионных трубок (диссекторов, суперорбитонов, видиконов), электронно-оптических преобразователей, болометров, пирозлектрических приемников излучения и тепловых приемных устройств. Всего — более 3200 наименований приборов.

Электронная версия Справочника существенно дополнена. Появилось несколько новых глав, появились сведения о порядке 500 новых наименований приборов. Благодаря помощи читателей стало возможным дополнение книги иллюстративным материалом.

Новые материалы отмечены индексом «д».

**Материал книги разбит на три отдельных части** с общими введением и предисловиями. Содержание и алфавитный Перечень элементов — для каждой части свои.

**Настоящая версия Справочника публикуется с согласия автора и не предназначена для коммерческого использования.**

Адрес страницы: [http://radioliga.com/rf\\_fan\\_book.htm](http://radioliga.com/rf_fan_book.htm)

# Расчет параметров и резервирование элементов LED-цепочек

Михаил Шустов  
г. Томск  
E-mail: mas@go.ru

При использовании в качестве оптических излучателей цепочки (цепочки) однородных светодиодов неизбежно возникает задача, как правильно рассчитать сопротивление и мощность гасящего резистора R.

Известно, что прямое падение напряжения на светодиоде  $U_{LED}$  в вольтах можно определить по приближенной формуле:

$$U_{LED} = \frac{1236}{\lambda},$$

где  $\lambda$  – длина волны излучения светодиода, нм (нанометры), см. **таблицу 1**.

Количество светодиодов  $n$  в их цепочке, **рис. 1**, можно узнать из выражения  $n \cdot U_{LED} \leq U_{пит}$ , отсюда

$$n \leq \frac{0,8 U_{пит}}{U_{LED}},$$

где  $U_{пит}$  – напряжение питания, В;  $U_{LED}$  – прямое падение напряжения на одном светодиоде, В, см. **таблицу 1** или паспортные (справочные) значения на светодиоды.

Для цепочки светодиодов, подключаемых через управляющий транзистор, величину гасящего сопротивления R можно определить по формуле:

$$R = \frac{U_{пит} - n \cdot U_{LED} - U_{VT}}{0,9 I_{LED}},$$

где  $U_{VT}$  – падение напряжения на коммутирующем элементе (транзисторе), В;  $I_{LED}$  – рекомендуемый ток через диод, паспортное или справочное значение, А.

Мощность гасящего резистора можно определить как  $P \geq (I_{LED})^2 \cdot R$ , Вт.

### Примеры расчетов

**Пример 1.** Пусть  $n = 1$ ;  $U_{LED} = 3$  В;  $I_{LED} = 0,05$  А;  $U_{VT} = 0,04$  В;  $U_{пит} = 20$  В. Тогда

$$R = \frac{20 - 3 - 0,04}{0,9 \cdot 0,05} = 377 \text{ Ом},$$

или, ближайшее стандартное значение с округлением в большую сторону, 390 Ом. Мощность гасящего резистора  $P \geq 0,05^2 \cdot 390 = 0,975$  Вт,

или, с округлением в большую сторону, 1 Вт.

**Пример 2.** Используем цепочку светодиодов. Пусть Пусть  $U_{LED} = 2$  В;  $I_{LED} = 0,02$  А;  $U_{VT} = 0,04$  В;  $U_{пит} = 16$  В. Тогда максимальное количество светодиодов в цепочке

$$n \leq \frac{0,8 \cdot 16}{2}; \quad n = 6,4,$$

с округлением в меньшую сторону  $n = 6$ . Тогда

$$R = \frac{16 - 6 \cdot 2 - 0,04}{0,9 \cdot 0,02} = 220 \text{ Ом}.$$

Мощность гасящего резистора  $P \geq 0,025^2 \cdot 220 = 0,088$  Вт, или, с округлением в большую сторону, 0,125 Вт.

Таблица 1. Характеристики светоизлучающих диодов

Цвет излучения светодиода	Длина волны излучения, $\lambda$ , нм	Напряжение, $U_{LED}$ , В
Инфракрасный	Свыше 760	Менее 1,6
Красный	610...760	1,6...2,0
Оранжевый	590...610	2,0...2,1
Желтый	570...590	2,1...2,2
Зеленый	500...570	2,2...2,5
Синий	450...500	2,5...2,7
Фиолетовый	400...450	2,7...3,1
Ультрафиолетовый	Короче 400	Более 3,1
Белый	–	От 3,0 до 3,7

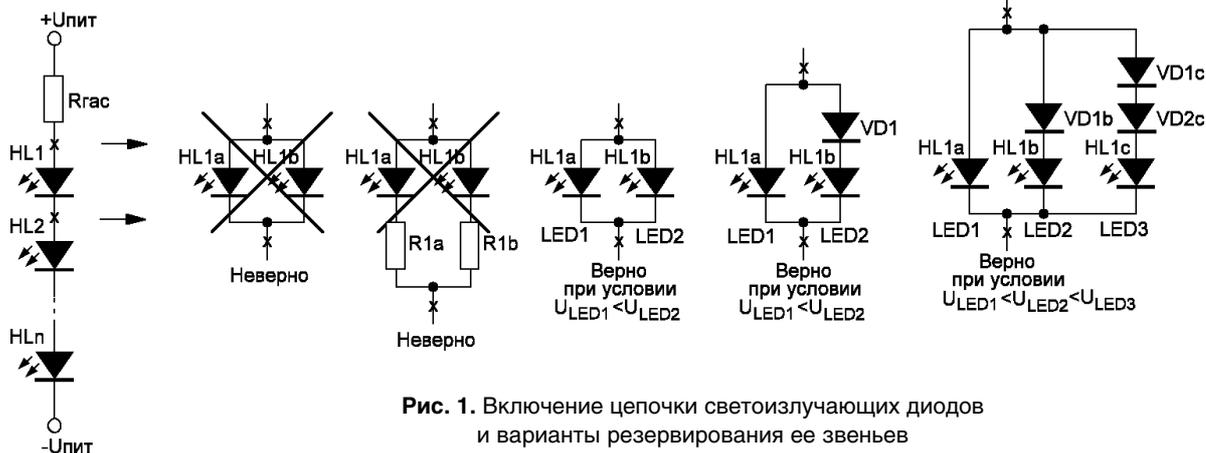


Рис. 1. Включение цепочки светоизлучающих диодов и варианты резервирования ее звеньев

**Пример 3.** Используем цепочку светодиодов. Пусть  $U_{LED} = 2,5 \text{ В}$ ;  $I_{LED} = 0,05 \text{ А}$ ;  $U_{VT} = 3,0 \text{ В}$ ;  $U_{пит} = 325 \text{ В}$ . Тогда максимальное количество светодиодов в цепочке равно

$$n \leq \frac{0,8 \cdot 325}{2,5}; \quad n = 104.$$

Тогда

$$R = \frac{325 - 104 \cdot 2,5 - 3,0}{0,9 \cdot 0,05} = 1378 \text{ Ом},$$

или, ближайшее стандартное значение с округлением в большую сторону, 1500 Ом. Мощность гасящего резистора  $P \geq 0,05^2 \cdot 1500 = 3,75 \text{ Вт}$ . Требуемую мощность и сопротивление резистора R можно получить, если соединить параллельно два резистора сопротивлением 3 кОм и мощностью 2 Вт.

Актуальным вопросом в проектировании LED-излучателей, включенных последовательно (цепочкой), является надежность работы этой цепочки. Хорошо известно, что надежность как механической, так и электрической цепи однородных элементов определяется ее самым слабым звеном. Ввиду выраженного разброса характеристик и условий эксплуатации светодиодов даже одной партии изготовления, а, зачастую, и в силу откровенного брака, таковые слабые звенья обязательно себя проявляют. В результате вся цепочка элементов оказывается непригодной для эксплуатации и требует ремонта или замены.

Ремонт поврежденной цепочки элементов (светодиодов) и поиск ее поврежденного «слабого» звена проблематичен в связи с тем, что поврежденные светодиоды визуально не отличимы от исправных.

Вторая и, порой, более значимая проблема заключается в том, что светодиодные излучатели смонтированы в малодоступных, но требующих надежного освещения, местах.

Решить проблему повышения надежности цепочек светодиодных излучателей можно за счет дублирования ее звеньев. Однако простое параллельное включение двух или более однородных (одинаковых) элементов звена (светодиодов) не позволит решить поставленную задачу, см. **рис. 1**. Дело в том, что в природе вряд ли существуют светодиоды с идентичными вольтамперными характеристиками, поэтому ток, протекая по пути наименьшего сопротивления, заставляет светиться один из светодиодов. При деградации свойств светящегося ранее светодиода его вольтамперная характеристика изменяется, что может вызвать перераспределение токов между светодиодами и их угасание. Полное дублирование в этом случае возможно лишь при обрыве ранее светившегося (основного) светодиода, но такой случай маловероятен, так как токовую нагрузку будет преимущественно воспринимать дублирующий светодиод, снизив, соответственно, токовую нагрузку на основной. В любом случае поврежденный основной светодиод будет шунтировать дублирующий, препятствуя его нормальному свечению.

Включение элементов цепочки – основного и дублирующего светодиодов через свой токоограничивающий резистор, тоже не самое лучшее решение, поскольку через оба светодиода будут протекать равные токи, и, соответственно, при повреждении любого из них, величина тока,

протекающего через второй светодиод, удвоится.

Представляется обоснованным включение параллельно основному светодиоду второго светодиода, имеющего более высокое значение прямого падения напряжения. Обычно, для светодиодов, например, красного и зеленого свечения, см. **таблицу 1**, разность прямых падений напряжения составляет не менее 0,2 В, что достаточно для того, что при отказе светодиода красного свечения LED1, см. **рис. 1**, начал светиться светодиод зеленого свечения, LED2. Очевидный недостаток такого решения – изменение спектрального состава свечения источника оптического излучения.

Для сохранения спектрального состава излучения в плане повышения надежности работы светодиодных излучателей может быть использовано параллельное включение идентичных светодиодов, см. **рис. 1**, в дублирующие ветви которых включены дополнительные диоды (германиевые диоды или диоды Шоттки, имеющие малое падение напряжения на открытом переходе). В этом случае при выходе из строя светодиода HL1a будет светиться светодиод HL1b, при выходе из строя и этого светодиода, начнет светиться светодиод HL1c.

Разумеется, дублирование функций ответственных элементов конструкции всегда удорожает и усложняет изделие, поэтому такие нововведения оправданы лишь в случае обеспечения исключительно высокой надежности работы источников света и при отсутствии возможности их ремонта или замены.



## АННОТАЦИЯ ДЛЯ БИБЛИОТЕКИ

**Комаров С.Н. Индивидуальное радиовещание. 1. Самодельные передающие антенны диапазона 200 метров. Монография. Практическое руководство для руководителей и членов конструкторских радиокружков и радиостанций Индивидуального радиовещания. М.: ООО «ИД Медиа Паблишер», 2017. 150 с.**

В монографии приведены описания, схемы, чертежи, методики установки и настройки самодельных передающих антенн, предназначенных для самостоятельного изготовления в непрофессиональных условиях, приведена необходимая теория их работы и расчетные соотношения. Приведены нормы безопасных уровней электромагнитных излучений и сформулированы конкретные рекомендации по их соблюдению.

Материалы данного руководства могут быть использованы при постановке лабораторных работ по антенным системам и распространению радиоволн для студентов колледжей, техникумов и ВТУЗ-ов. Книга может быть полезна и радиолюбителям, самостоятельно конструирующим антенны диапазона 160 метров, а также конструкторам и разработчикам антенной техники.

**Рецензент:** Мишенков Сергей Львович, д.т.н., профессор, зав. кафедрой систем и сетей массовых коммуникаций МТУСИ

# Графики зависимости тока через конденсатор от емкости при напряжении 220 В

**Е. Trank**  
г. Таганрог

**В** настоящее время достаточно распространен способ балластного электропитания от промышленной сети переменного тока 220 В, 50 Гц с помощью гасящих конденсаторов. Он используется для электропитания активных нагрузок мощностью до нескольких десятков ватт, в конденсаторных выпрямителях для питания различных устройств постоянным током и в зарядных устройствах для аккумуляторов и заряжаемых гальванических элементов.

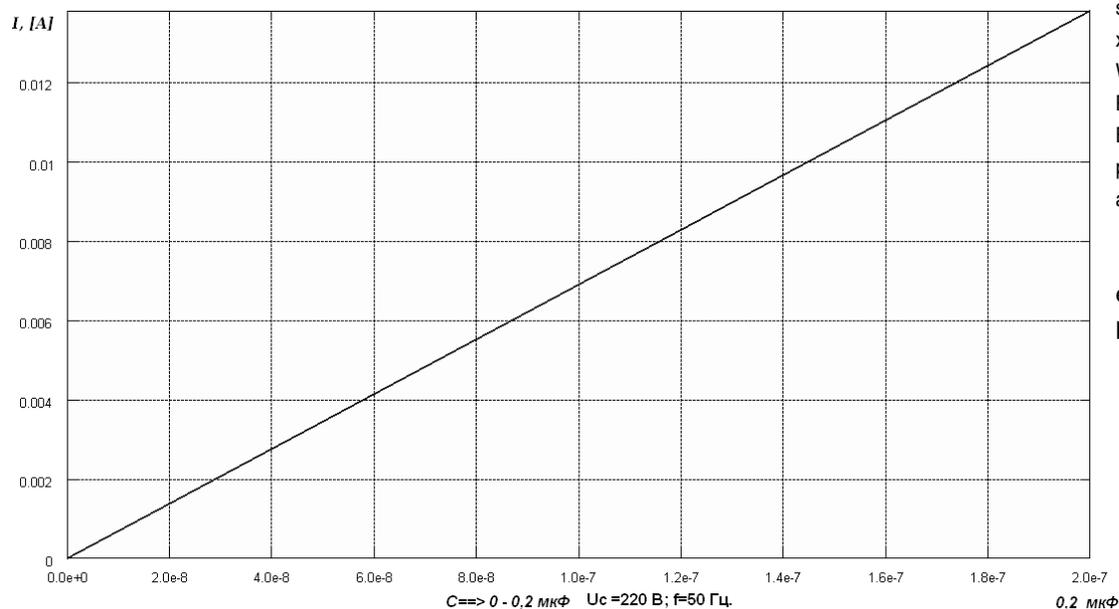
Для каждого из этих случаев существуют соответствующие методики расчета емкости гасящего конденсатора. Однако расчеты требуют времени и сил, хотя и дают точные результаты. Тем не менее, бывает необходимо хотя бы приблизительно, т.е. неточно, ориентироваться в

величине тока через гасящий конденсатор. Наиболее удобным способом представления информации в таком случае являются графики.

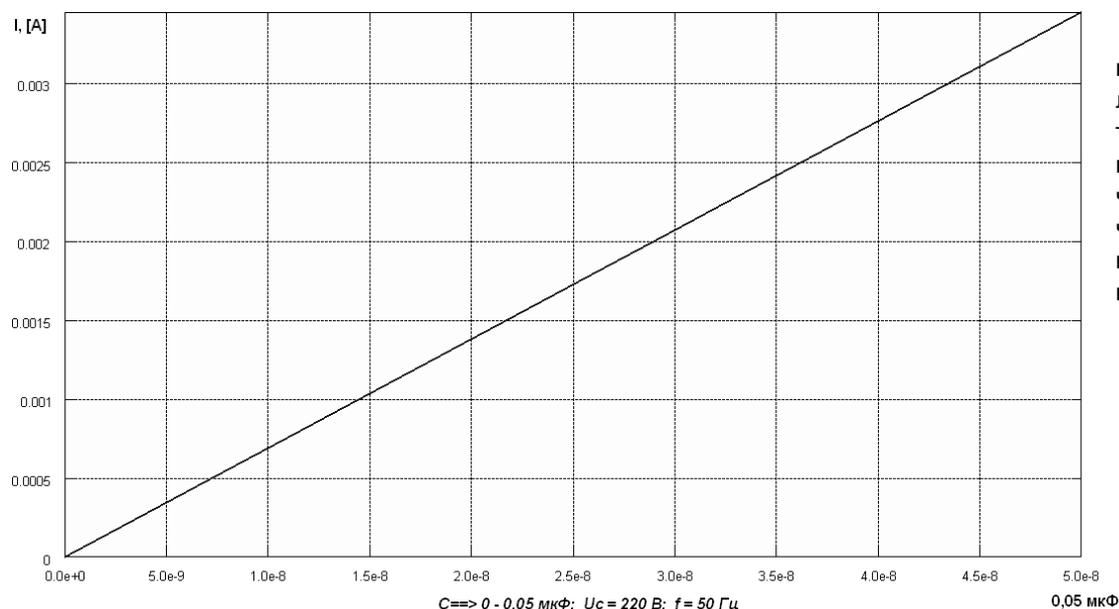
На **рис. 1-5** представлены графики зависимости тока через конденсатор от его емкости, при напряжении сети 220 В и частоте 50 Гц. Для расчетов брались следующие верхние значения емкости: 0,05; 0,2; 1, 5, 20 мкФ. В этом случае получаются наиболее удобные масштабы для различных интервалов емкости и тока. Расчеты и построение графиков выполнялись в системе компьютерной математики Matlab по следующей программе:

```
clear all; close all;
syms x R;
x=0:0.00000001:0.00000001;
W=314.1593;
R=1./(W.*x);
B=220./R;
plot(x,B,'LineWidth',2); grid on;
axis tight;
```

где  $x$  – значение емкости конденсатора.



**Рис. 1**



**Рис. 2**

В третьей строке первое число – начало интервала емкости, второе число – шаг расчета, третье число – верхнее значение емкости, при котором расчет заканчивается.

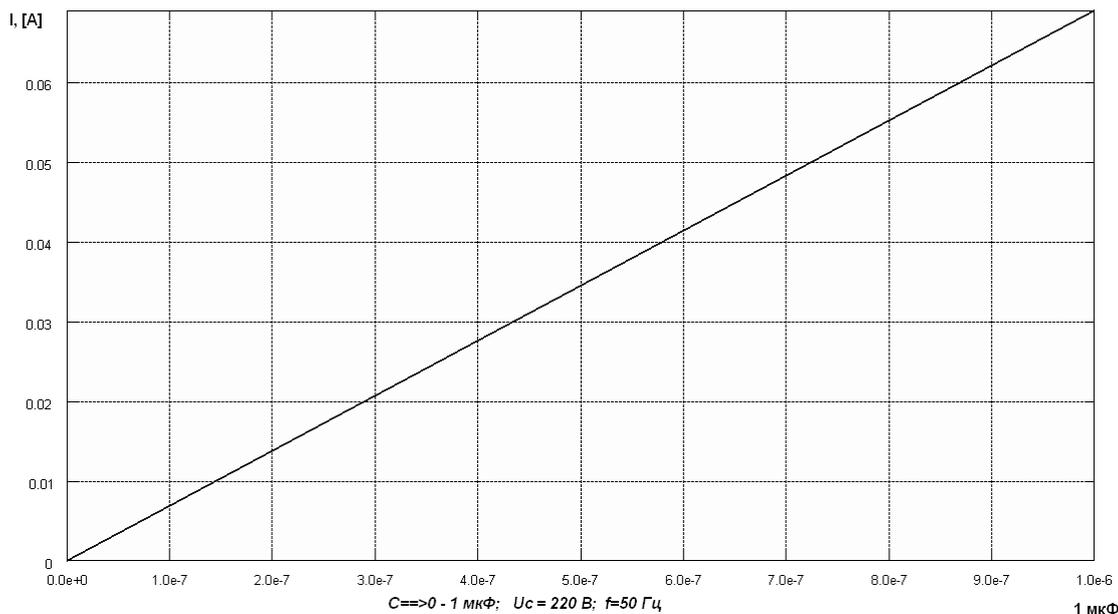


Рис. 3

(Matlab – программа лицензионная и потому не всегда доступна. Радилюбителям рекомендуется использовать Freemath – он на 95% совпадает с Matlab, и в то же время бесплатный и доступен в сети. В этом случае необходимо исключить вторую строку в программе.)

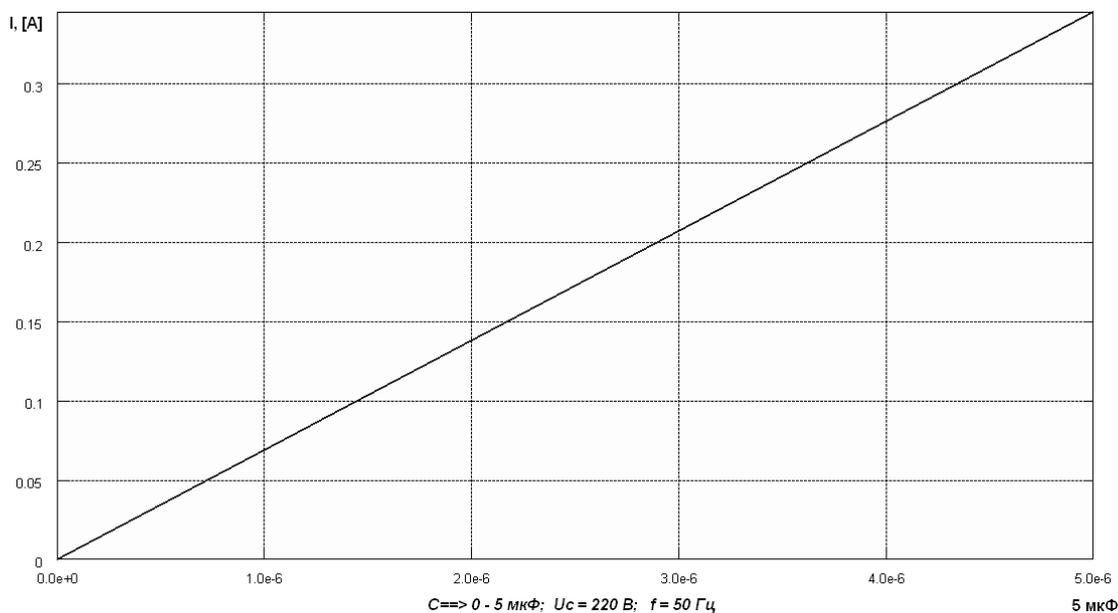


Рис. 4

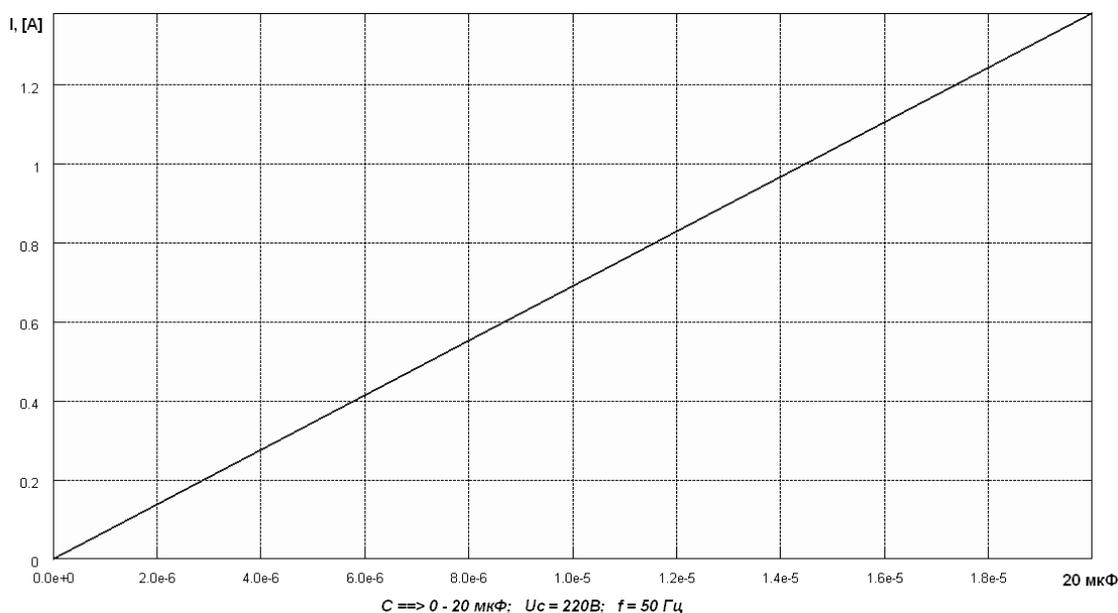


Рис. 5

# Блок питания для конструкций на стержневых радиолампах

Сергей Комаров (UA3ALW)  
г. Москва

В середине 50-х годов Валентин Николаевич Авдеев предложил принципиально новую конструкцию батарейной прямонакальной лампы, не имевшей навитых сеток – стержневую лампу. В ней электроды выполнены в виде стержней и образуют электростатические линзы на пути электронного потока. К стержневым радиолампам относятся: 1Ж17Б, 1Ж18Б, 1Ж24Б, 1Ж26А, 1Ж29Б, 1Ж30Б, 1Ж36Б, 1Ж37Б, 1Ж42А, 1К12Б, 1П5Б, 1П22Б, 1П24Б, 1П32Б, 2П5Б. Были и другие разработки стержневых радиоламп, которые изготавливались, опытно применялись, но не успели получить свое серийное название, до того, как транзисторы уже “подросли”, “окрепли” и стали способны “перенять эстафету” у радиоламп в связанной аппаратуре. Стержневые радиолампы в конце 50-х годов прошлого века совершили почти “транзисторную революцию” в связанной военной и космической радиоаппаратуре, резко сократив ее габариты и потребление, и предоставили отечественной полупроводниковой промышленности необходимое время для становления.

В настоящее время аппаратура, для которой стержневые лампы изготавливались миллионными тиражами, уже не используется ни в армии, ни в космосе, а огромные залежи радиоламп остались на складах и доступны в свободной продаже. Данный факт открывает возможность радиолюбителям не только насладиться работой этого отечественного электронного производства искусства, но и создавать аппаратуру связи с оптимальным использованием положительных свойств как современной полупроводниковой, так и ламповой элементной базы 60-ти летней давности. Право, стержневые

радиолампы достойны своего второго рождения в радиолюбительских конструкциях XXI века.

Преобразователь напряжений для питания конструкций на стержневых радиолампах питается от одного кислотного аккумулятора 12 В, 7 А-ч, которые широко используются в компьютерных блоках бесперебойного питания, или от стабилизированного выпрямителя с максимальным током нагрузки 1,5...2 А. Номинальное напряжение питания блока 12,6 В. Это напряжение 6-ти банок кислотных свинцовых или 10-ти банок щелочных кадмиево-никелевых аккумуляторов.

### Схема

За основу предлагаемой конструкции взята схема преобразователя напряжения от радиостанции Р-809М2. Подробное описание работы схемы приведено в первоисточнике [1] и здесь не рассматривается. Исходная схема была пересчитана на транзисторы 1Т403Б (рис. 1).

В новой конструкции применены радиодетали как современные,

так и 50-ти летней давности. Принципиальным является использование низкочастотных германиевых транзисторов 1Т403, разработанных специально для преобразователей напряжения и, в отличие от современных кремниевых транзисторов, не дающих ВЧ импульсных радиопомех. Таким образом, этот преобразователь пригоден для питания радиоприемников с использованием прямонакальных стержневых радиоламп и других помехочувствительных схем.

Во входных и выходных цепях преобразователя установлены ВЧ фильтры, защищающие ламповую конструкцию от импульсных помех. С этой же целью, сам блок следует поместить в медный или жестяной экранирующий корпус с отверстиями для прохода конвекционного потока воздуха, охлаждающего радиаторы. В новой конструкции был пересчитан и трансформатор на более доступный в настоящее время кольцевой сердечник К32х16х12 из феррита марки М1500НМ3 (таблица 1).

В случае намотки трансформатора по варианту 2 таблицы 1,

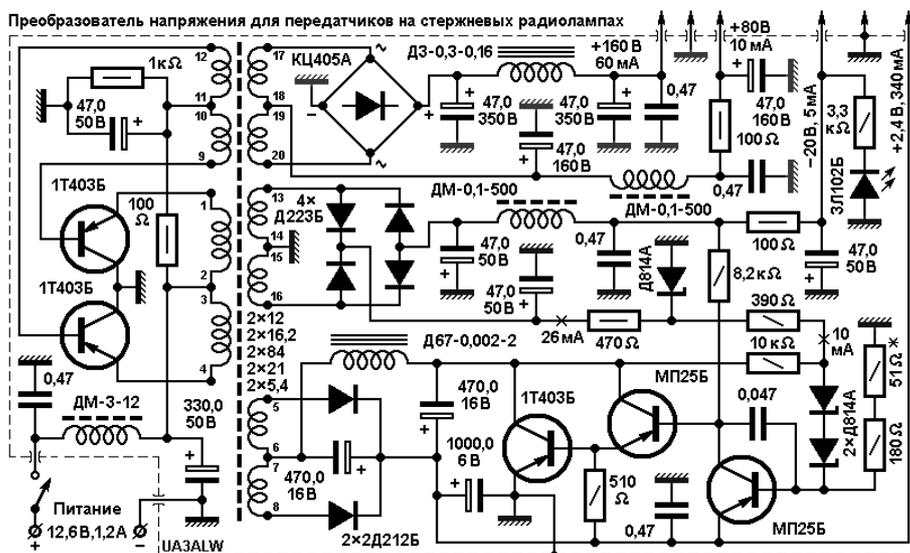


Рис. 1

**Таблица 1.** Намоточные данные трансформатора

Обмотка	Выводы	Число витков	Тип провода обмотки	Диаметр провода, мм	Провод вывода обмотки	Напряжение обмотки, В
Сердечник трансформатора: кольцо К32х16х12 из феррита марки М1500НМ3						
Вариант 1 обмоток трансформатора для питания радиоламп для радиопередатчиков						
I	1 – 2, 3 – 4	40 + 40	ПЭВ-2 или ПЭТВ	0,69	На провод обмотки одеть фторопластовую трубку диаметром 0,8 мм.	12 + 12
II	5 – 6, 7 – 8	18 + 18		0,49		5,4 + 5,4
III	9 – 10, 11 – 12	54 + 54		0,25	МГТФ-0,07	16,2 + 16,2
IV	13 – 14, 15 – 16	70 + 70		0,19		21 + 21
V	17 – 18, 19 – 20	280 + 280		0,19		84 + 84
Вариант 2 анодно-экранной обмотки трансформатора для питания приемно-усилительных радиоламп						
V-пр	17 – 18, 19 – 20	157 + 157	ПЭВ-2 или ПЭТВ	0,25	МГТФ-0,07	47 + 47

анодное напряжение составит 90 В при токе потребления не более 100 мА, а напряжение питания экранных цепей – 45 В при токе потребления не более 14 мА (одновременном с анодной цепью). При использовании лишь одного источника экранного напряжения (45 В) без подключения нагрузки по анодному напряжению, ток потребления может быть до 210 мА (при замене дросселя в экранной цепи на ДМ-0,2-200).

Если потребуются другие напряжения, число витков анодно-экранной обмотки надо линейно пересчитать. Поскольку обмотки III и IV обеспечивают напряжение для работы стабилизатора напряжения накала, изменять их число витков не следует. Стабилизатор напряжения накала выполнен по последовательной компенсационной схеме [1] и обеспечивает напряжение

+2,4 В при токе нагрузки 340 мА. Перегрузка его по току, до 500 мА, не приводит к хоть сколько-нибудь заметной просадке стабилизованного напряжения, разумеется, при отсутствии общей перегрузки преобразователя.

При питании от преобразователя стержневых радиоламп с напряжением накала 1,2 В, следует последовательно с нитью накала **каждой** радиолампы установить гасящий резистор, номинал которого рассчитывается по закону Ома для участка цепи:

$$R_{гас} = 1,2 / I_n,$$

где  $I_n$  – ток накала соответствующей радиолампы.

К примеру, для радиолампы 1Ж24Б при токе накала 13 мА, гасящий резистор должен быть  $1,2 / 13 = 0,0923$  кОм. Если последовательно с нитью накала радиолампы

установить резистор МЛТ-0,125-91 Ом  $\pm 5\%$  и подобрать на цифровом приборе его сопротивление точно 92,3 Ом, то радиолампа будет работать в штатном режиме. Мало того, при включении напряжения накала, благодаря гасящему резистору, лампа будет избавлена от броска тока, что благотворно скажется на ее долговечности.

Обращаю внимание, что к питанию стержневых радиоламп по цепи накала надо относиться очень бережно [5]: малейший перекал или недокал в процессе их работы существенно снижает ресурс радиоламп. Они, конечно, допускают циклическую работу от одной банки щелочного аккумулятора (1,2 В) при разряде от 1,4 до 1,0 В, но в этом случае об их рекордном гарантированном ресурсе в 5000 часов следует забыть.

### Литература и ссылки

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации радиостанции Р-809М2.
2. В. Суханов, А. Киреев. Стержневые радиолампы. Принцип работы и конструкция. - "Радио", 1960, №7, стр. 34-38.
3. А. Азатьян, Н. Пароль. Параметры стержневых ламп. - "Радио", 1960, №7, стр. 38 и 3-я страница обложки.
4. Суханов, А. Киреев. Стержневые радиолампы. Особенности применения. - "Радио", 1960, №10, стр. 49-52.
5. Руководство по применению приемно-усилительных ламп. Комитет по электронной технике СССР, 1964 г. - <http://www.radiostation.ru/home/lampbook/00.html>
6. С. Комаров. Малогабаритные низкочастотные дроссели серии Д. - "Радио", №5 за 2011 г. - <http://www.radiostation.ru/tantnd/drossels-d.rtf>
7. Фирма МЭЛТ, <http://www.melt.com.ru>



Окончание в №10/2017

**Индивидуальное (любительское) радиовещание:**  
<http://www.cqf.su/>

**RAMEDIA™:**  
<http://raxp.radioliga.com/>

**Елена Бадло,  
Сергей Бадло**  
г. Запорожье  
<http://raxp.radioliga.com>

В продолжение цикла [1...4] по использованию Lua для встраиваемых систем, мы решили расширить функционал “вечного” Wi-Fi логгера с питанием от солнечной панели и ионисторов резервным каналом в соцсетях. Идеальным вариантом видится сервис коротких сообщений, и ранее мы его уже успешно использовали для погодного бота USB.HID термометра [5], чего только стоят почти полмиллиона его твиттов с 2011-го по 2013 год. Даже забавно, с ботом пытались общаться через ЛС. Однако то решение уже давно потеряло свою актуальность в плане автономности и энергосбережения, хотя отдельные пользователи до сих пор, а уже идет 2017-й, используют второй WEB-сервер для обратного контроля нагрузок из браузера. Однако вернемся к новой “фиче”...

## Lua для встраиваемых систем. Часть 5 или... Метеостанция #ESP.Meteo в Twitter-e

### Предпосылки реализации....

К сожалению, использовать нынешний API Twitter в виде технологии авторизации OAuth 2.0\* <https://oauth.net/2> напрямую из NodeMCU не получится. Но остается обходной “финт ушами” в виде приложения-сервиса ThingTweet от того же облачного сервиса ThingSpeak <https://thingspeak.com>, который мы уже используем для архивации и визуализации температурных трендов, питания, времени поднятия системы и состояния датчиков. По сути, все сводится к использованию прослойки-сервиса, который и будет за нас производить авторизацию, запись и чтение постов в привязанном Twitter аккаунте обычным POST-запросом. Да-да, даже не понадобится использовать протокол HTTPS (проблему с которым испытывают разработчики на ранних версиях прошивок NodeMCU).



Рис. 1. Автономная метеостанция чирикает в Twitter

\* OAuth 2.0 – протокол авторизации, позволяющий выдать сервису или приложению) права на доступ к ресурсам пользователя на другом сервисе. Протокол избавляет от необходимости доверять приложению логин и пароль, а также позволяет выдавать ограниченный набор прав.

Последовательность действий для активации доступа к сервису Twitter:

1. Если у вас нет аккаунта, зарегистрируйтесь в ThingSpeak или перейдите по адресу <https://thingspeak.com/apps/thingtweets>.
2. Укажите логин-пароль для доступа к вашему Twitter-аккаунту (см. **рис. 2**).
3. Получите API\_KEY ключ для доступа к приложению ThingSpeak (см. **рис. 3**).
4. Проверьте работоспособность отправки твитта простым текстом в адресной строке вашего браузера “[http://api.thingspeak.com/apps/thingtweet/1/statuses/update?api\\_key=API\\_KEY&status=TEXT](http://api.thingspeak.com/apps/thingtweet/1/statuses/update?api_key=API_KEY&status=TEXT)” (кавычки уберите). Сработало? Теперь переходим к модификации нашего скрипта отправки в сервис IoT – “[httpsender.lua](https://github.com/esp8266/arduino-esp8266-http-client/blob/master/httpsender.lua)” (см. ресурсы).

### Практика. Используемое ПО и оборудование

Для организации работы нам понадобится следующее оборудование и программное обеспечение:

1. Наша метеостанция (вечный Wi-Fi логгер) на базе модулей ESP01-12 от Espressif с прошитым NodeMCU Float ver 0.9.6.
2. Ноутбук/ПК с установленным драйвером конвертора USB/UART TTL и загрузчиком LuaLoader [6].
3. Любой конвертор USB/UART TTL (PL2303/FT232RL/CH340G) для заливки LUA-скриптов.

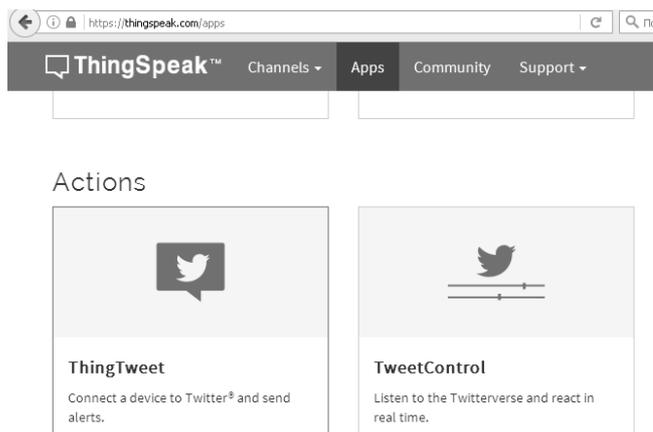


Рис. 2. Активация Twitter-приложения

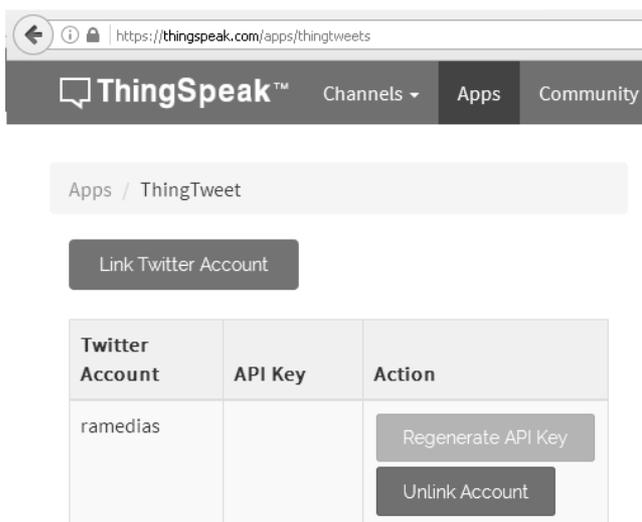


Рис. 3. Генерация API ключа доступа

Алгоритм работы метеостанции следующий:

1. Отключаем режим автоподключения радиотракта.
2. Настраиваем GPIO0 (регистр 3) на выход и подтягиваем к плюсу (в случае, если будет отсутствовать внешнее сопротивление подтяжки).
3. Настраиваем GPIO2 (регистр 4) на вход и подтягиваем к плюсу (в случае, если будет отсутствовать внешнее сопротивление подтяжки для датчиков температуры DS18B20).
4. Читаем напряжение питания через `adc.readvdd33()`.
5. Настраиваем радиотракт на режим клиента к домашней точке доступа с именем SSID, задаем пароль для подключения.
6. Создаем таймер с периодом срабатывания 1000 мс.
7. В потоке таймера осуществляем проверку получения IP адреса нашим модулем от DHCP сервера домашней точки доступа.
8. Если адрес не получен в течение более 3 секунд, останавливаем таймер и переводим модуль в "спящий" режим командой `node.dsleep()` на 5 минут.
9. Если адрес получен, то останавливаем таймер, подключаем скрипт работы с Интернет-сервисами и подчищаем память `collectgarbage()`.
10. В скрипте работы с Интернет-сервисами задаем переменные для хранения API ключей доступа к приложениям ThingSpeak, читаем системный таймер с момента пробуждения и состояние дискретного входа (отвечающего за состояние задвижки на ящике с картошкой).
11. Создаем таймер с периодом опроса 2000 мс и сразу же останавливаем его (своеобразная реализация задержки и однократного вызова).
12. В событии данного таймера читаем состояние датчиков DS18B20 на общей шине (до 16-ти) в массив `t`, вызываем функцию отправки данных в тренды сервиса `thingspeak.com`, по завершению отправки и закрытии соединения, вызываем функцию отправки в Twitter, по закрытию этого соединения переводим модуль в "спящий" режим.

Реализация подобного подхода представлена в **листингах 1 и 2**. Обратите внимание: тут мы добавили отдельный код с POST-запросом в функции `sendData3()`, который вызываем после отработки запроса по трендам и закрытия соединения с предыдущим APIKEY1. Скрипт инициализации `init.lua` и скрипт работы с датчиками остались без изменений. К слову, напомним, что в HTML каждый спецсимвол имеет свой код и для того, чтобы

— Скрипт инициализации и чтения датчиков ЛИСТИНГ 1

```

— sleep us = 300 sec
COUNTSLEEP = 300000000
— откл WLAN
wifi.sta.disconnect()
wifi.sta.autoconnect(0)
— registr = 3, pin - GPIO0 на plus optron через 1 kOm
dpin=3
gpio.mode(dpin, gpio.OUTPUT);
gpio.write(dpin, gpio.HIGH);
— GPIO2 (используем для настройки, подтянут к 1)
tpin=4
gpio.mode(tpin, gpio.INPUT, gpio.PULLUP)
— читаем ADC до активации коннекта (вызывает сброс после)
wifi.sta.disconnect()
wifi.sta.autoconnect(0)
u=adc.readvdd33()/1000
print(«U=»..u)

print(«Setting up Wi-Fi...»)
wifi.setmode(wifi.STATION)
wifi.sta.config(«SSID», «password»)
wifi.sta.connect()
local cnt=0

tmr.alarm(1, 1000, 1, function()
if wifi.sta.getip()==nil then
print(«IP unavailable, Waiting...»)
cnt = cnt + 1
if (cnt > 3) then
tmr.stop(1)
— откл WLAN
wifi.sta.disconnect()
wifi.sta.autoconnect(0)
print(«Sleep 300 sec down...»)
node.dsleep(COUNTSLEEP)
end
else
tmr.stop(1)
print(«Config done, IP is «..wifi.sta.getip()»)
dofile(«httpsender.lua»)
collectgarbage()
end
end)
    
```

— скрипт чтения датчиков DS18B20 на общей шине и  
— отправки данных на сервис Thingspeak и Twitter

— список датчиков

local t={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15}

- 0- температура на улице
- 1- температура картошки
- 2- температура в комнате
- 3- температура на кухне

```
local APIKEY1=>APIKEY1" — ключ на первые 8-датчиков
local APIKEY2=>APIKEY2" — ключ на вторые 8-датчиков
local APIKEY3=>APIKEY3" — ключ APP TWITTER
local f=tmr.now()
local g=gpio.read(dpin)
```

```
function reads18b20()
ds=require("ds18b20")
ds18b20.setup(tpin) — GPIO2 ds18b20
adr=ds18b20.addrs()
n=table.getn(adr) — кол-во датчиков
print("DS18B20 found: «.n.»\n»)
for i=0, n-1, 1 do — заполнение данными
t[i]=ds18b20.read(adr[i+1])
end
ds=nil
end
```

```
function msleep()
print("Sleep 300 sec down...")
node.dsleep(COUNTSLEEP)
end
```

— отправка в Twitter

```
function sendData3()
print("Sending data to TWITTER")
conn=net.createConnection(net.TCP, 0)
conn:on("receive", function(conn, payload) print(payload) end)
conn:connect(80,'184.106.153.149')
conn:send("POST /apps/thingtweet/1/statuses/update?api_key=>..APIKEY3..>
&status=Temperature%20"..t[0]..>%C2%B10.5%C2%B0C,%20Voltage%20ionistor%20"..u..>v,
%20Time%20system%20UP%20"..r..>ms HTTP/1.1\r\n»)
conn:send("Host: api.thingspeak.com\r\n»)
conn:send("Accept: */*\r\n»)
conn:send("User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; esp8266 Lua; Windows NT
5.1)\r\n»)
conn:send("\r\n»)
conn:on("sent",function(conn)
print("Closing connect")
end
```

```
conn:close()
end)
conn:on("disconnection", function(conn)
print("Disconnect twitter thingspeak...»)
msleep()
end)
end
```

— отправка в thingspeak.com

```
function sendData()
— cоnnection to thingspeak.com
print("Sending data to thingspeak.com»)
conn=net.createConnection(net.TCP, 0)
conn:on("receive", function(conn, payload) print(payload) end)
— api.thingspeak.com
conn:connect(80,'184.106.153.149')
conn:send("GET /update?key=>..APIKEY1..>&field1=>..t[0]..>&field2=>
..u..>&field3=>..g..>&field4=>..r..>&field5=>..t[4]..>&field6=>..t[5]..>&field7=>..t[6]..>&field8=>..t[7]..>
HTTP/1.1\r\n»)
conn:send("Host: api.thingspeak.com\r\n»)
conn:send("Accept: */*\r\n»)
conn:send("User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; esp8266 Lua; Windows NT
5.1)\r\n»)
conn:send("\r\n»)
conn:on("sent",function(conn)
print("Closing connect")
conn:close()
end)
conn:on("disconnection", function(conn)
print("Disconnect thingspeak...»)
sendData3()
end)
end
```

```
reads18b20() — fix предварительное чтение
— Wait 2000 ms for Init DS18B20 and last send to thingspeak
tmr.alarm(0, 2000, 1, function()
tmr.stop(1)
```

```
reads18b20()
for i=0, 15, 1 do
if t[i]==nil then — fix отсутствия датчиков
print("DS18B20-N"..i..> not connected\n»)
t[i]=0
else print("Temperature->..i..> «..t[i]..> °C\n») end
end
```

```
sendData()
end)
```

ЛИСТИНГ 2

не усложнять модули использованием обертки URL Encode:

1. Символы пробела в запросе заменены кодом %20.
2. Символ ± на код %C2%B1.
3. Символ °C на код %C2%B0C.

Если этого не сделать, то POST-запрос будет обрван и в Twitter попадет часть вашего сообщения. Обратите внимание, что сообщения в Twitter-е имеют ограничение на количество в 140 символов, кроме URL-адресов.

Теперь остается перезаписать скрипт "httpsender.lua" в EEPROM с помощью LuaLoader и модуль ESP12 продолжит "цокотити" правое дело погодного бота [7].

### Постскриптум

В следующем материале мы дополним функционал нашего погодного бота возможностью прогнозирования заморозков по методике профессора Броунова.

Полный код проекта Wi-Fi логгера с отправкой данных метеостанции в Twitter (файл wlan5\_res.zip) вы можете загрузить с сайта нашего журнала:

<http://www.radioliga.com> (раздел "Программы"), а также с сайта разработчика [8].

Если тема представляет для вас интерес – пишите, задавайте вопросы и подписывайтесь на наш журнал <http://radioliga.com/serv02.htm>.



Рис. 4. Метеостанция в Twitter-е



**Ресурсы**

1. Е. Бадло, С. Бадло. Lua для встраиваемых систем. Часть 1 или... Модули Espressif и автономное питание. - Радиолобитель, 2017, №4, с. 24-28;. №5, с. 22-29.
2. Е. Бадло, С. Бадло. Lua для встраиваемых систем. Часть 2 или... Работа "вечного" Wi-Fi логгера на солнечную панель из аморфного кремния. - Радиолобитель, 2017, №6, с. 22-25.
3. Е. Бадло, С. Бадло. Lua для встраиваемых систем. Часть 3 или... Прозрачный мост WLAN-UART на базе ESP8266. - Радиолобитель, 2017, №7, с. 22-27.
4. Е. Бадло, С. Бадло. Lua для встраиваемых систем. Часть 4 или... Контроль дискретных I/O и работа с дисплеем SSD1306. - Радиолобитель, 2017, №8, с. 18-26.
5. Е. Бадло, С. Бадло. USB.HID термометр. Определяем вероятность заморозков. - Радиолобитель, 2011, №11, с. 42-47.
6. Утилита-загрузчик скриптов LuaLoader <https://github.com/GeoNomad/LuaLoader>
7. Страничка "вечного" Wi-Fi-логгера с автономным питанием в TWITTER <https://twitter.com/ramedias>
8. Ресурсы к проекту [http://raxp.radioliga.com/cnt/s.php?p=wlan5\\_res.zip](http://raxp.radioliga.com/cnt/s.php?p=wlan5_res.zip)

**Канал LaboratoryW: <https://www.youtube.com/user/LaboratoryW/>**

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1991г.

**радиолобитель**

Телефон в Минске: +375 172 517-086; +375 293 505-556

Адрес редакции:  
Республика Беларусь,  
220015  
г.Минск-15, а/я 2

<http://www.radioliga.com>  
[rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com)

**Оригинальная схемотехника от радиолюбителей и профессионалов.**  
Микроконтроллеры, аудио, видео, автоматика, радиосвязь.

**Подписной индекс** по каталогу "БЕЛПОЧТА" (включая подписчиков стран СНГ и Балтии): **74996**  
**журнала** по каталогу "РОСПЕЧАТЬ" (раздел "Издания ближнего зарубежья. Беларусь"): **74996**

**Подписка - 2018**

**Официальный канал журнала «Радиолобитель» на YouTube:**  
**<https://www.youtube.com/user/RadiolubitelMagazin>**

**Видео работы устройств,  
описание которых опубликовано на страницах нашего журнала.**

## Новости радиовещательных диапазонов

Василий Гуляев

г. Астрахань

E-mail: [vasily@radioliga.com](mailto:vasily@radioliga.com)

Время везде указано всемирное – UTC.

### АВСТРАЛИЯ

Одна из интереснейших, поистине настоящая DX-станция может в ближайшее время официально появиться в эфире. Речь идет о тестовом вещании “Radio Ozy”, которая с конца августа периодически работает на частоте 5045 кГц. Ранее (несколько лет тому назад) она официально вещала из Австралии (штат New South Wales, Новый южный Уэльс) на частоте 3210 кГц, в периоды хорошего прохождения сигнал принимался и на европейской части наших стран. Затем передатчик была закрыт, и вот... возрождение?

Программа состоит из сообщений о тестовом характере вещания, ретрансляции австралийских новостных программ и нон-стоп музыки периода 50-60 годов прошлого века. Станция также использует позывной сигнал “Radio Australia”. Ждем официальной информации о возобновлении вещания?

### АРМЕНИЯ

В последние дни августа радиолюбители из нескольких стран дружно отметили появление в эфире новой радиостанции на частоте 9640 кГц. Местонахождение передатчика пока не определено, в эфире идет трансляция программ на армянском и русском языках. На армянском языке станция идентифицирует себя фразой “Говорит Ереван”, а вот на русском – весьма странно: “Говорит Москва” с позывными давным-давно закрытой службы иновещания СССР.

Вещание на русском языке преимущественно информационного характера, по содержанию напоминает трансляцию программы “Вести FM”, однако этой идентификации нет. Станция в эфире ежедневно – ориентировочно с 09.00 до 19.00. Судя по качеству приема – вещание преимущественно направлено на Западную Европу.

На момент подготовки материала к печати никакой дополнительной информации о целях и источнике трансляций нет.

### БАНГЛАДЕШ

Из этой небольшой южноазиатской страны, обретшей свою независимость только в 1971 году, официальная государственная радиостанция “Bangladesh Betar” транслирует программы на коротких волнах на шести языках мира. На английском языке информационно-новостные передачи в эфире по следующему расписанию:

12.30 – 13.00 ежедневно для Юго-Восточной Азии на частоте 15105 кГц;

17.45 – 19.00 ежедневно для Западной Европы на частоте 13580 кГц.

### ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Довольно-таки сложная обстановка сейчас сложилась с вещанием “Би-Би-Си” в Гонконге. Дело в том, что телерадиокорпорация Гонконга – RTHK заявила о решении сократить время работы Всемирной службы “Би-Би-Си” до восьми часов в сутки (до этого трансляции шли круглосуточно) и перевести станцию с частоты, на которой она работала последние 40 лет.

Частота 675 кГц (используемая корпорацией с 1978 года) переходит с 4 сентября в ведение “Китайского национального радио” (CNR), которое выпускает новостные передачи, финансовые обзоры, программы о культуре, искусстве, социальных проблемах народностей КНР. Вещание CNR преимущественно будет вестись на китайском языке, некоторые передачи будут выходить в эфир на кантонском диалекте.

“Би-Би-Си” переходит на канал “Radio 4” (частота 97,6 МГц), где будет вещать ежедневно с 23.00 до 07.00 (по времени Гонконга). В RTHK пояснили, что выделили для Всемирной службы медиагиганта ночные часы из-за временной разницы с Лондоном, так как именно в это время идет основной новостной поток.

Вся эта проблема появилась из-за решения правительства о прекращении в городе цифрового радиовещания (DAB+), и многие радиостанции, которые ранее вещали в этом формате (включая CNR), пришлось переводить на эфирное средневолновое радиовещание. В RTHK решили, что сохранение круглосуточного вещания CNR необходимо, так как это мост для культурного обмена между Гонконгом и материковым Китаем.

(Подробнее: <http://news.rthk.hk/rthk/en/component/k2/1347634-20170811.htm%20>)

Средневолновые радиостанции, транслирующие программы внутреннего вещания “Би-Би-Си” в Великобритании, с началом 2018 года понесут потери. Предполагается закрытие 10 средневолновых передатчиков в графствах Sussex, Surrey, Humberside, Wiltshire, Nottingham, Kent, Lincolnshire. Дальнейшие трансляции будут переведены в форматы DAB+ и FM.

И, наконец-то, с 1 октября Всемирная служба “Би-Би-Си” начнет вещание на корейском языке в направлении КНДР на коротких волнах, анонсированное корпорацией еще в прошлом году. Это один из ранее объявленных 12 языков, на котором предполагается возвращение на короткие волны.

Ранее руководством “Би-Би-Си” озвучивалось решение о полном уходе вещателя с этого диапазона. Однако для “страны восходящего солнца” интернет-трансляции и спутниковое вещание бессмысленны из-за отсутствия у слушателей доступа к спутниковому оборудованию и блокировке в КНДР интернет-каналов.

Еще одна языковая служба из числа ранее объявленных двенадцати запускается “Би-Би-Си”: речь идет о начале вещания с 4 сентября на языке пиджин (Pidgin) – не слышали о нем никогда? Между прочим, на этом языке разговаривают ни много, ни мало – около 75 миллионов человек в Нигерии, Камеруне, Гане и Экваториальной Гвинее.

## КИТАЙ

“Международное радио Китая” отключило с 4 сентября (вероятно, из-за поломки) один из передатчиков, транслирующих программы на русском языке в периоды времени:

04.00 – 06.00 на частоте 15445 кГц и 08.00 – 10.00 на частоте 15335 кГц.

## КОРЕЯ

Отсутствуют трансляции на русском языке радиостанции HLAZ (принадлежащей “Дальневосточной радиовещательной корпорации” – FEBC) на средневолновой частоте 1566 кГц: передатчик находится в Корее.

В последние годы там шли в эфир программы Санкт-Петербургского “Радио Теос” (религиозная радиостанция) с 18.30 до 19.00 ежедневно.

В данное время в эфире звучат программы только на корейском языке. С чем это связано – неизвестно, никаких анонсов по этому поводу нигде нет.

Служба вещания на английском языке радиостанции “Korean Broadcasting System” (KBS) увеличивает свое присутствие на коротких волнах.

С 4 сентября добавлена новая частота 9770 кГц, на которой с 08.00 выходит в эфир двухчасовая программа в направлении Юго-Восточной Азии.

На частоте 9515 кГц ранее выходила в эфир одночасовая передача в направлении Европы, теперь она увеличена продолжительностью до двух часов, время начала – 15.00.

Трансляция для Индии теперь на новой частоте – 9785 кГц (вместо 9880 кГц), увеличена в объеме до трех часов (вместо двух), начало вещания в 14.00.

## КУВЕЙТ

Как мы уже ранее сообщали, после длительного молчания вновь появилось в эфире “Радио Кувейт” (“Radio Kuwait”). Однако, помимо обычного аналогового вещания (частоты и время мы публиковали), оно теперь транслирует программы еще и в формате DRM:

17.00 – 20.00 на частоте 13650 кГц на арабском языке в направлении Северной Америки;

18.00 – 21.00 на частоте 15540 кГц на английском языке в направлении Западной Европы.

Мощность передатчика 250 кВт, как и ранее, значительную часть трансляций этой радиостанции составляют концерты современной европейской и американской музыки.

## ЛИТВА

28 августа в местечке Viesintos (Вешинтос) состоялся торжественный запуск подаренного США средневолнового передатчика марки Nautel. Частная организация “Radio Baltic Waves International” (RBWI) использует его в основном для трансляции передач “Радио Свобода”.

О техническом запуске этого передатчика и о судьбе предыдущего трансляционного центра в Ситкунае (Sitkunai) мы уже писали в рубрике в апреле этого года.



Технические данные нового центра: частота прежняя – 1386 кГц, мощность 75 кВт (с возможностью наращивания до 250 кВт), 120-метровая ненаправленная антенна в виде мачты.

Расписание трансляций отсюда:

16.30 – 17.30 “Радио Польша” на русском языке;  
 17.30 – 18.00 “Радио Япония” на русском языке;  
 18.00 – 19.00 “Радио Свобода” на русском языке;  
 19.00 – 21.00 “Радио Свобода” на белорусском языке;  
 21.00 – 03.00 “Радио Свобода” на русском языке;  
 03.00 – 03.30 “Радио Свобода” на белорусском языке;  
 03.30 – 04.00 “Радио Япония” на русском языке;  
 04.00 – 05.00 “Радио Польша” на белорусском языке.

## ОМАН

Из султаната Оман в настоящее время можно принимать программы на английском языке по следующему обновленному расписанию:

03.00 – 04.00 на частоте 9540 кГц; 15.00 – 22.00 на частоте 15140 кГц. Вещание ежедневное, мощность передатчика 100 кВт.

## СИРИЯ

Вновь возобновил работу мощный передатчик “Радио Дамаск” (“Radio Damascus”) на частоте 567 кГц, молчавший с самого начала военных действий в стране. Его сигнал слышен на юге России.

Кроме него, в эфир вернулся и передатчик на частоте 666 кГц, транслирующий программу на арабском языке “Sout Al Shabab” (“Voice of Youth” – “Голос молодежи”).

**СЛОВЕНИЯ**

С 4 сентября передатчик в местечке Domzale, транслировавший программу Словенского национального радио "RA SLOV PRVI" на частоте 918 кГц (вещание было слышно на европейской части стран СНГ), отключен навсегда.

На сайте предлагают слушать передачи в форматах FM, DAB+ или в сети интернет.



Более подробно о частотах и возможности приема читайте на сайте:

<http://radioprvi.rtvsl.si/2017/09/srednjevalovni-oddajnik-na-oddajnem-centru-domzale/>.



На сегодня это вся информация. В следующий раз мы поговорим о других интересных вопросах и темах DX-инга. Искренне желаю вам успехов в приеме радиостанций и чистого эфира!

**БЫВАЕТ...****Ко мне обратился...**

Ко мне обратился коллега по работе с просьбой разобраться ... в старой ширпотребовской конструкции радиоприёмника, скомбинированного с часами: отсутствовал приём одной из УКВ вещательных радиостанций ("Комсомольская правда"). Он слушал передачи этой радиостанции уже давно – спутник жизни на работе, упряднили её частоту в УКВ ЧМ диапазоне и перевели её выше по частоте в УКВ FM участок, и возникла проблема...

Никакими ухищрениями принять эту станцию не удавалось, не помогли подключения дополнительных антенн – вместо сигналов радиостанции присутствовал лишь лёгкий шумок. Включение других приёмников, в том числе, – входящих в состав смартфонов, настроенных на эту частоту, причины не выявило: на них радиостанция принималась громко и чисто...

Пришлось анализировать: вскрыл приёмник, перестроил немного гетеродин, подняв его частоту вверх растяжением витков бескаркасной контурной катушки гетеродина, затем поточнее простроил тракт ПЧ (от

времени настройки ушли) и всё – станция появилась и работает с таким же качеством, как и другие на этом приёмнике. Причиной оказался приём комбинационного сигнала в ПЧ на частоте радиостанции, возникшего при смешении напряжения гетеродина с входным сигналом искомой радиостанции, такое бывает часто в приёмниках с "глобальным" перекрытием по частоте (в этом случае: непрерывном диапазоне частот 63...108 МГц), нужно быть внимательным и так рассчитывать частоты гетеродинов (выбирать ПЧ в супергетеродинах), чтобы комбинационные частоты оказывались в участках, не представляющих интереса (за пределами диапазонов, здесь: в промежутках между РВ станциями). В результате перемещения по частоте комбинационной помехи, установки её между сигналами радиостанций, удалось достичь требуемого результата...

Частота, на которой работает радиостанция "Комсомольская правда" в Тюмени – 99,6 МГц, теперь станция принимается нормально...



Рис. 1. Фронтальный вид радиоприёмника



Рис. 2. Модель часов-приёмника

# APU СВЯЗНОГО ПРИЁМНИКА

Владимир Рубцов (UN7BV)

г. Астана, Казахстан

Система АРУ (автоматическая регулировка усиления), как правило, присутствует в любом, мало-мальски, серьёзном приёмнике, ну а в связном, предназначенном для использования в радиоловительском плане, тем более. В ней, что естественно, уровень усиления каскадов, управляется самим сигналом. В качестве управляемых каскадов чаще всего используются усилители первой и второй ПЧ (и другие, если в приёмнике использованы таковые), УРЧ (усилители радиочастоты), а, иногда, и УНЧ.

Представленная на рис. 1 схема АРУ предназначена для управления усилителями ПЧ1, ПЧ2, УРЧ и буферным усилителем кварцевого гетеродина, усилительные каскады которых выполнены на транзисторах типа КП350. Регулировка усиления осуществляется по вторым затворам этих транзисторов.

Данная система АРУ имеет две ступени регулирования. Вторая ступень вносит элемент нелинейности в алгоритм работы системы, что благоприятно сказывается на регулировке сигналов разных уровней (малых, средних и очень больших) – на малых уровнях сигнала система обладает некоторым порогом срабатывания АРУ, на средних работает первая ступень, и на очень высоких уровнях в работу включается вторая ступень. Первая ступень выполнена на транзисторе VT2, вторая – на VT3. Так как система рассчитана на применение в приёмнике, обеспечивающем приём сигналов, модулированных АМ, ЧМ, SSB и CW, то применены два выпрямителя управляющих сигналов: один для АМ, ЧМ сигналов (имеющих несущую – VD7, VD8), другой – для CW, SSB сигналов (не имеющих непрерывающейся несущей или, вообще, отсутствующей – VD5, VD6); коммутация типа модуляции осуществляется переключателем SA1. Выпрямитель для CW/SSB сигналов (он собран по схеме удвоения напряжения) имеет измеряемое десятками миллисекунд время заряда конденсатора C8 и время его разряда, близкое к 1 секунде. Поэтому при появлении сильного сигнала на входе приёмника происходит снижение усиления управляемых усилителей без “щелчка” на выходе приёмника, который появился бы при замедленном срабатывании АРУ из-за перегрузки приёмника до снижения усиления. Уровень порога чувствительности выпрямителя осуществляется

подбором сопротивления R21. При появлении управляющего напряжения на выходе данного выпрямителя, он, воздействуя на базу транзистора VT2, приводит к его открытию. Напряжение на его коллекторе и в узлах соединения делителя R8, R9, R12 уменьшается, что приводит к снижению усиления каскадов, на которые подано управляющее напряжение из этих узлов (управляющее напряжение системы АРУ подаётся на вторые затворы транзисторов КП350, на которых реализованы усилительные каскады приёмника). Напряжение, снятое непосредственно с коллектора VT2, подаётся на управление УПЧ2 (500 кГц). Этот усилитель в тракте усиления по ПЧ является последним, поэтому он более перегружен при одном и том же сигнале на входе приёмника, чем предыдущие каскады усиления. А так как на коллекторе VT2 наиболее сильно снижается напряжение при появлении управляющего сигнала (по сравнению с другими точками снятия управляющих сигналов с делителя R8, R9, R12), то и на этом, наиболее перегруженном УПЧ усиление снижается более сильно. С точки соединения R8 и R9 управляющее напряжение подаётся на УПЧ1 (5,5...6,5 МГц) – он менее перегружен, чем УПЧ2, поэтому и усиление на нём снижается в меньшей степени (за счет использования делителя R8, R9, R12). С точки соединения R9 и R12 управляющее напряжение подаётся на усилитель радиочастоты 0,5...34 МГц (через регулировочный резистор R11 – регулировка УРЧ вручную). В этой точке уровень напряжения снижается ещё меньше, что логично при условии, что УРЧ наименее перегружен (по сравнению с усилителями ПЧ) одним и тем же уровнем сигнала на входе приёмника. Следует отметить, что отдельная от ПЧ ручная регулировка по УРЧ весь

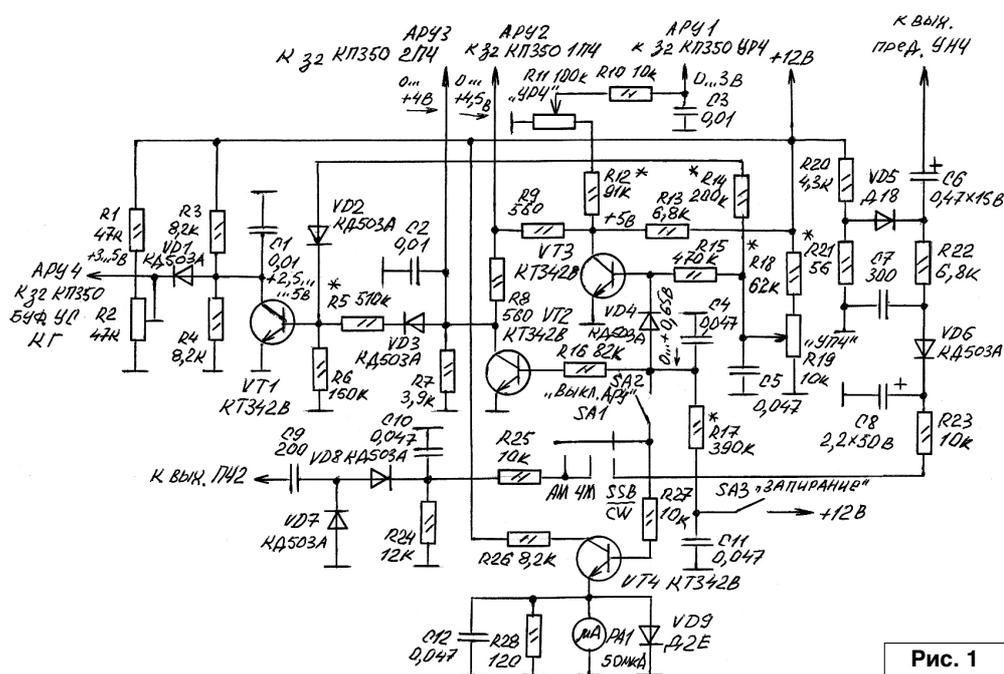


Рис. 1

ма полезна при работе на низкочастотных диапазонах, на которых много шумов и которые своим уровнем сильно понижают (через систему АРУ) общее усиление, делая приём затруднительным (резко уменьшается отношение сигнал-шум). Наличие же отдельной ручной регулировки по РЧ равносильно применению пассивного аттенюатора на входе приёмника.

Ручная регулировка усиления по ПЧ осуществляется резистором R19. Положительное напряжение через резистор R15 подаётся на базу VT3, который, открываясь, шунтирует всю цепь управляющего делителя (R8, R9, R12), в результате усиление всех каскадов падает.

Одновременно транзистор VT3 является второй ступенью управления системой. Сигнал, подаваемый с SSB диодного выпрямителя, изменяется от нуля до 0,65 В. Когда он повысится до 0,5 В, откроется диод VD4, управляющее напряжение поступит на базу VT3, что приведёт к его постепенному закрыванию и ещё большему снижению управляющего напряжения. Причем, оно уже будет более резко снижаться не только у УПЧ2, но и у УПЧ1, и у УРЧ.

С коллектора VT2 управляющий сигнал поступает и на базу VT1, на котором собран каскад управления буферным усилителем кварцевого генератора. При отсутствии сигнала на входе системы АРУ, напряжение на катоде диода VD1 соответствует установленному подстроечным резистором R2 (3 В – “дежурный” уровень). При появлении управляющего сигнала, транзистор VT2 открывается, напряжение на его коллекторе, а равно и на базе VT1, падает, VT1 закрывается, напряжение на коллекторе последнего растёт (с 2,5 В до, максимум, 5-ти В). Диод VD1 открывается после возрастания управляющего напряжения на коллекторе VT1 до 3-х В. Его воздействие на второй затвор транзистора буферного усилителя кварцевого гетеродина (КП350) приводит к увеличению уровня сигнала КГ на его выходе. Это содействует тому, что одновременно с увеличивающимся входным сигналом на входе приёмника, увеличивается и уровень первого гетеродина, а вот их соотношение в определённом диапазоне уровней остаётся постоянным, что способствует расширению диапазона уровней преобразуемых сигналов при меньших искажениях. Ну а увеличившееся усиление из-за повышения уровня сигнала гетеродина тут же компенсируется снижением усиления всех усилителей, управляемых АРУ (УРЧ, УПЧ1, УПЧ2).

Есть и ещё один положительный момент в данной системе – практика показала, что при включенной системе АРУ снижается отношение сигнал-шум, по сравнению с тем, когда АРУ выключена, ибо система сильнее давит мощные сигналы, почти не уменьшая уровня слабых (в том числе и шумов). Если же происходит ещё и регулировка усиления буферного усилителя КГ (как в данной схеме), то, при отсутствии сигнала на входе приёмника, напряжение КГ, подаваемое на смеситель, меньше, в результате общее усиление приёмника тоже меньше, меньше и напряжение шумов. А

вот при увеличении уровня входного сигнала, эти шумы давятся ещё больше уже самим сильным сигналом. Поэтому работа этой системы на слух воспринимается как резко увеличивающееся в приёмнике отношение сигнал-шум (соотношение уровней сигнал-шум приближается к соотношению уровней в режиме ручной регулировки, только при этом ещё и наблюдается эффект от работы системы АРУ).

При ручной регулировке усиления по ПЧ резистором R19 общее усиление каскадов будет падать (АРУ при этом всё равно будет продолжать работать), но при этом будет и возрастать напряжение КГ (движок R19 вверх, напряжение на базе VT3 растёт, на его коллекторе оно падает, падает и на базе VT1, в результате он закрывается, напряжение АРУ4 возрастает, уровень сигнала КГ тоже). Чтобы избежать этого ненужного эффекта, применена цепь R12, VD2 (к слову, диоды VD2, VD3 – развязка смежных каскадов по постоянному току). В результате при перемещении движка R19 вверх по схеме, общее усиление всех трактов падает, одновременно понижается и уровень сигнала КГ, что весьма логично (ибо, тоже приводит к понижению общего коэффициента усиления).

На диодах VD7, VD8 собран выпрямитель АРУ для работы приёмника в режимах АМ и ЧМ (то есть, когда в сигнале присутствует несущая). Выпрямитель собран по схеме удвоения напряжения.

Конденсаторы C1, C2, C3, C4, C5, C11 служат для блокировки цепей от наводок по ВЧ.

На транзисторе VT4 собран S-метр. На базу транзистора подаётся управляющий сигнал от выпрямителей АМ/ЧМ или CW/SSB в зависимости от переключателя SA1. В качестве индикатора PA1 использован микроамперметр с током полного отклонения 50 мкА (M2001), при подборе сопротивления резистора R27 в сторону понижения подойдут и головки с током полного отклонения 100 мкА.

Выключатель SA2 служит для отключения системы АРУ, при этом S-метр остаётся в работе.

С помощью переключателя SA3 на систему АРУ подаётся запирающее напряжение, что необходимо при работе приёмника совместно с передающей приставкой.

Резистор R28 ограничивает уровень сигнала, подаваемого на микроамперметр PA1, диод VD9 создаёт нелинейность в верхней части диапазона управляющих напряжений, что способствует более удобному “чтению” сигналов больших уровней. Конденсатор C12 блокирует ВЧ наводки в проводе (довольно длинном), идущем с эмиттера VT4 на измерительную головку PA1.

Если в приёмнике предполагается работа с какой-либо одной модуляцией, то соответствующий выпрямитель (VD5, VD6 или VD7, VD8) и SA1 из схемы можно исключить.

Настройка системы АРУ заключается в следующем: на схему подаётся питающее напряжение +12 В, движок резистора R19 устанавливается в крайнее ниж-

нее положение по схеме (режим максимального ручного усиления по ПЧ), движок R11 устанавливается в крайнее правое положение по схеме (режим максимального ручного усиления по РЧ), движок подстроечного резистора R2 (установка “дежурного” уровня усиления буферного усилителя КГ) устанавливается в положение, при котором на нём будет напряжение +3 В, SA1 – в положении SSB/CW, SA2 – АРУ включено, SA3 – напряжение запирающего не подано. После выполнения вышеуказанного, проверяют уровни постоянных напряжений (при отсутствии управляющих сигналов на всех входах системы) на коллекторе VT2 (+4 В), точке соединения R8 и R9 (+4,5 В), коллекторе VT3 (+5 В), на С3 (+3 В – устанавливают это напряжение путём подбора сопротивления резистора R12), на коллекторе VT1 (+2,5 В). Далее на С6 подают сигнал от ГНЧ частотой 1 кГц и амплитудой, отклоняющей стрелку PA1 до максимальной отметки по шкале, либо, если система АРУ установлена в конкретный приёмник, то на антенный вход подают сигнал от ГСС с уровнем, соответствующем оценке S9 +60 дБ (стрелка PA1 при этом тоже должна отклониться до максимальной отметки – подбор сопротивления R27). После этого проверяют уровень постоянного напряжения на коллекторе VT2 – он должен снизиться до 1,5...2 В (регулировку производят путём подбора сопротивления резистора R16, для этого вместо постоянного резистора впаивают переменный, добиваются нужного результата, замеряют полученное сопротивление и, подобрав постоянный резистор с таким же сопротивлением, устанавливают его вместо переменного, критерий – отклонение стрелки PA1 до максимальной отметки по шкале). Напряжение на движке R2 при этом должно возрасти до +5 В (регулировку производят подбором сопротивления резистора R5, аналогично описанному выше).

Далее, изменяя подаваемый уровень сигнала на С6 (увеличивая от нуля и выше), следят за изменением напряжения на коллекторе VT3 – при достижении напряжения на аноде VD4 +0,5 В, диод должен открыться, и снижение напряжения на коллекторе VT3 должно происходить более интенсивно и до меньшего уровня, чем при открытии только одного транзистора VT2. При отсутствии описанного выше эффекта, следует подобрать сопротивление резистора R23 в сторону уменьшения.

#### Литература

1. Владимир Рубцов (UN7BV). Радиоприёмник “Экстра-Тест”. - Радиолобитель, 2017, №2, стр. 30-34; №3, стр. 34-36; №4, стр. 40-42; №5, стр. 33-35; №6, стр. 40-43.

Уровень порога срабатывания системы АРУ в режиме приёма SSB-сигналов устанавливают подбором сопротивления резистора R21. На время настройки его заменяют переменным номиналом 200...300 Ом. При отсутствии сигналов на входах системы, подстраивают R21 до тех пор, пока начнёт отклоняться стрелка PA1, после этого стрелку возвращают на ноль – это будет соответствовать минимальному уровню порога срабатывания системы, при дальнейшем уменьшении сопротивления R21 уровень порога будет повышаться (порог следует устанавливать экспериментально, исходя из желания настройщика – начиная с какого уровня сигнала следует системе АРУ вступать в процесс автоматической регулировки усиления).

Перестройкой R19 проверяют регулировку усиления вручную по ПЧ, а регулировкой R11 – по РЧ. При этом громкость сигнала на выходе приёмника должна изменяться от максимума до минимума (до “нуля”) для обеих регулировок и при этом не должно быть холостого хода у резисторов. Если таковой наблюдается, то следует подобрать сопротивление резисторов R18 и R12 соответственно. При этом напряжение на коллекторе VT2 может падать до 0...+1,5 В (зависит от экземпляров применённых транзисторов КП350 в усилителях). При регулировке резистором R19 напряжение на коллекторе VT1 не должно заметно повышаться (допустимо повышение до 0,3 В). Если таковое наблюдается, то следует подобрать сопротивление резистора R14.

Далее проверяют работу системы запирающего, замыкая контакты SA3 – усиление приёмника должно упасть до минимума (подбор R17).

При переключении SA1 в положение АМ или ЧМ работа системы должна быть аналогичной, отличие – подача управляющего сигнала на С9 с выхода усилителя ПЧ или с ГСС частотой 500 кГц (с соответствующей модуляцией – АМ или ЧМ).

При отключении системы АРУ выключателем SA2, АРУ должна прекращать работу, регулировка усиления при этом осуществляется только вручную резисторами R9 (по ПЧ) и R11 (по РЧ). S-метр при этом полноценно работает.

При включении в работу системы АРУ, ручные регулировки усиления действуют параллельно с ней.

Описанная выше система АРУ используется в приёмнике “Экстра-Тест” [1].



**ПЕРСОНАЛЬНЫЙ САЙТ РУБЦОВА В.П.: <http://un7bv.narod.ru/>**

**DX КУРЬЕР: <http://dxcourier.info>**

## Генераторы стандартного поля

Анатолий Бобков  
г. Санкт-Петербург

Измерения параметров приемных антенн или радиоприемников со встроенными антеннами требуют создания электромагнитного поля [1, 2, 3]. В первую очередь это необходимо для измерения чувствительности приемного тракта по полю, которая является наиболее полной оценкой способности тракта принимать слабые сигналы. Создание такого поля является довольно сложным делом. В случае радиоприемников с короткими штыревыми антеннами необходимость создания поля обычно обходят путем использования простейших электрических эквивалентов антенн, например, в виде конденсатора небольшой емкости и пары резисторов [1, 2]. Антенну складывают или отсоединяют от радиоприемника, а к месту ее подключения подводят напряжение от генератора через эквивалент антенны.

В случае магнитной, особенно ферритовой антенны, использование эквивалентов антенны проблематично и приходится все же создавать электромагнитное поле. Напряженность поля  $E$  в районе расположения испытываемой антенны должно быть известной величины и быть достаточно равномерной в районе установки антенны. Устройства, которые создают такое поле, называются *генераторами стандартного поля*. В статье рассмотрены некоторые варианты создания таких генераторов поля для магнитных антенн.

Но прежде рассмотрим особенности определения чувствительности приемного тракта по полю. Данная чувствительность определяется минимальной напряженностью поля  $E_{\min}$ , при которой на выходе тракта обеспечивается заданное качество принимаемого сигнала. Постепенно уменьшая  $E$ , определяют  $E_{\min}$ , при которой обеспечивается, например, заданное отношение сигнала к помехе на выходе приемного тракта. В реальных условиях уровень помех на выходе тракта будет определяться как собственными помехами тракта (его шумами), так и внешними помехами. Поэтому такую чувствительность называют *реальной*. Она переменна и зависит от окружающей помеховой обстановки. Для оценки чувствительности собственно приемного тракта без внешних помех измерения проводят в экранированном помещении довольно больших размеров, которое является дорогим удовольствием. Поэтому вместо такого *прямого* метода измерения чувствительности чаще используется *косвенный* метод. Заключается он в следующем.

Измеряется действующая высота антенны (тракта)  $h_d$  как отношение напряжения на выходе тракта  $U_{\text{вых}}$  к напряженности электрической составляющей поля  $E$ , создавшей это напряжение

$$h_d = \frac{U_{\text{вых}}}{E}, \text{ м.} \quad (1)$$

Действующая высота является своеобразным “коэффициентом передачи” приемной антенны, которую часто называют *антенным фактором*.

Напряженность поля должна быть достаточной большой величины для того, чтобы внешними помехами на выходе тракта можно было пренебречь. Автоматические регулировки усиления в тракте при этом должны быть отключены.

Строго говоря, магнитные антенны принимают магнитную составляющую поля и отношение (1) не совсем корректно, о чем было подробно рассмотрено в [4]. Однако такая оценка общепринята, и мы ее будем использовать в дальнейшем.

Ничего не меняя в тракте, генератор поля выключают, а антенну помещают в экранированный объем. Измеряется уровень собственных шумов на выходе тракта  $U_{\text{ш}}$  и через  $h_d$  они пересчитываются в эквивалентные шумы антенны по полю

$$E_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{h_d}. \quad (2)$$

При заданном превышении сигнала над шумами  $K$  чувствительность по полю будет равна

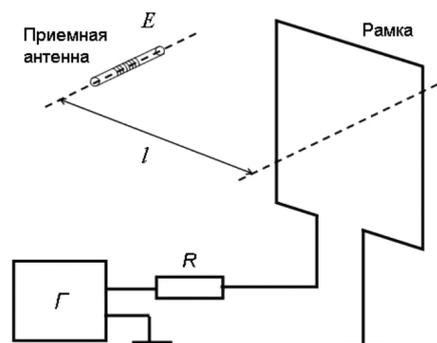
$$E_c = K \cdot E_{\text{ш}}. \quad (3)$$

Экранированный объем может быть создан, например, с помощью железного ящика, стенки которого должны быть удалены от антенны не менее чем на 30-40 см. В нем не должно быть щелей, ухудшающих экранирование. Должна быть обеспечена непрерывность электрического контакта между крышкой и стенками ящика.

Таким образом, точность измерения чувствительности определяется точностью задания напряженности поля и точностью измерения собственных шумов антенны (приемного тракта).

Рассмотрим далее основные методы создания поля определенной напряженности.

**Одинокая рамка 1.** Наиболее простым является метод создания поля с помощью одиночной рамки со сторонами 38x38 см [1, 2], **рис. 1**. Напряженность поля



**Рис. 1.** Создание поля одной рамкой

на расстоянии  $l$  между осями рамки и приемной антенны равна

$$E = \frac{8 \cdot \varepsilon}{R} \quad \text{при } l = 1 \text{ м,} \quad (4)$$

$$E = \frac{80 \cdot \varepsilon}{R} \quad \text{при } l = 0,42 \text{ м,} \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  – ЭДС на выходе генератора, мкВ;

$R$  – последовательно включенный резистор, сопротивлением равным номинальному для генератора  $\Gamma$ .

Метод приближенный, поскольку поле очень неравномерно. Так, из (4) и (5) видно, что при изменении расстояния приблизительно на полметра напряженность поля изменяется на порядок. Его применяют главным образом в ДВ, СВ диапазонах при многовитковой рамке [3].

**Метод замещения.** Для уменьшения неравномерности поля в районе антенны, ее следует размещать дальше от рамки-излучателя. Но при этом существенно снижается точность расчетов напряженности поля в месте установки антенны. Начинают сказываться различные переотражения от проводящих элементов и конструкций. Поэтому для достижения приемлемой точности предварительно измеряют напряженность поля  $E$  с помощью измерительной рамочной антенны. Затем измерительную антенну убирают, а на ее месте размещают испытуемую антенну, **рис. 2**. Такой метод измерений называется *методом замещения*.

Метод является довольно простым, но требует, во-первых, наличия измерительной антенны. Во-вторых, вследствие переизлучений может существенно ухудшаться точность измерения диаграммы направленности антенны.

Наименьшая точность (погрешность до 2-х раз) будет в условиях помещений, лучшая – вне помещений

(на улице) и наилучшая – в полевых условиях при питании генератора сигнала и антенны от независимых источников питания, например, от бензоагрегатов.

Несмотря на свою простоту, метод довольно трудоемок, особенно в полевых условиях. Приходится постоянно контролировать напряженность поля, которая может изменяться даже под воздействием погодных условий.

**Одиночная рамка 2.** При небольших размерах антенны (короткая антенна на ферритовом стержне) ее можно поместить в центр рамки, **рис. 3**.

Напряженность поля в центре рамки, пересчитанная к электрической составляющей, с достаточной точностью равна

$$E_0 = 60\pi \frac{I}{a}, \text{ В/м.} \quad (6)$$

где  $I$  – ток в рамке;  
 $a$  – радиус рамки.

Однако при удалении от центра рамки на расстояние  $r$  напряженность поля будет снижаться [5], **рис. 4**, что существенно ограничивает длину сердечника антенны.

**Кольца Гельмгольца.** Для улучшения равномерности поля часто используют несколько рамок (обычно две) [1, 2, 3, 6, 7], **рис. 5**. Такую систему из нескольких колец называют *кольцами Гельмгольца*.

Испытуемая антенна располагается между кольцами, расстояние между которыми равно приблизительно радиусу рамки. Кольца запитываются

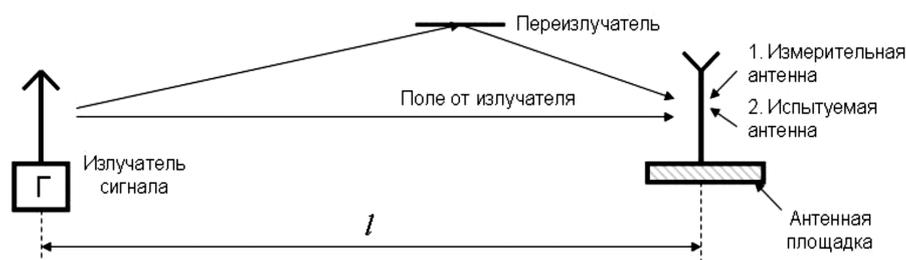


Рис. 2. Измерение параметров антенны методом замещения

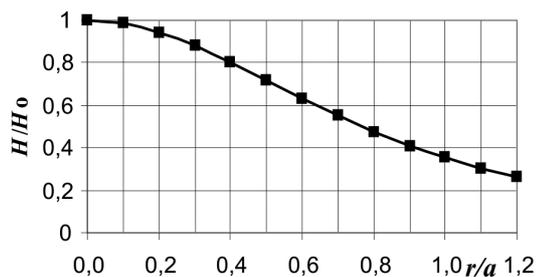


Рис. 4. Снижение напряженности поля при удалении от центра рамки

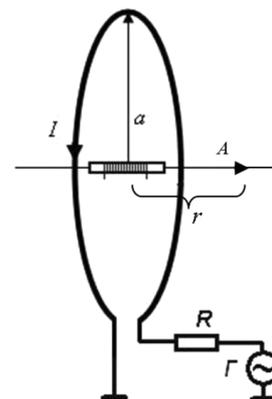


Рис. 3. Размещение антенны внутри рамки

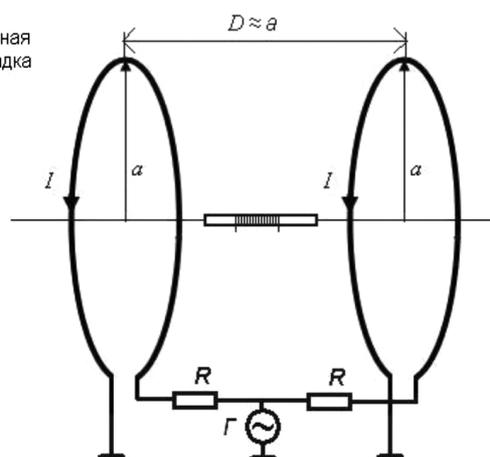


Рис. 5. Кольца Гельмгольца

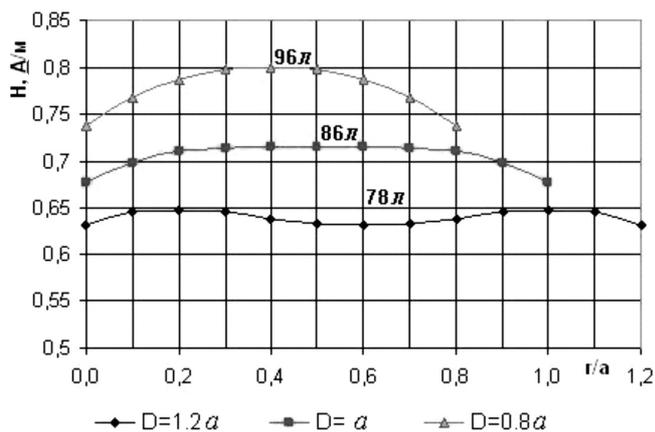


Рис. 6. Неравномерность поля между кольцами Гельмгольца

одинаковым током от генератора синфазно. На графике рис. 6 представлены зависимости напряженности магнитного поля от положения точки между центрами рамок радиусом 1 м при взаимном разное рамок  $D = 0,8a$ ;  $a$ ;  $1,2 a$  и токе в каждой рамке  $I = 1 A$ .

Наилучшая равномерность поля достигается при расстояниях между рамками от  $a$  до  $1,2a$ . Соответственно напряженности поля в центре между рамок, пересчитанные к электрической составляющей  $E$ , будут равны

$$E = 86\pi \frac{2I}{a} \text{ при } D = a, \quad (7a)$$

$$E = 78\pi \frac{2I}{a} \text{ при } D = 1,2a. \quad (7b)$$

На относительно низких частотах, когда индуктивным сопротивлением рамок  $X_L$  можно пренебречь ( $X_L \ll R$ )

$$I = \frac{U_r}{R}, \quad (8)$$

где  $U_r$  – напряжение генератора. Удобно выбирать  $R = 100 \text{ Ом}$ , в этом случае сопротивление нагрузки для генератора будет равно стандартной величине  $50 \text{ Ом}$ .

Индуктивность круглой рамки может быть вычислена, например, по следующей формуле

$$L_{\text{рам}} = 2\pi D \left[ 2,31 \cdot \lg \left( 8 \frac{D}{d} \right) - 2 \right] \cdot 10^{-3}, \text{ мкГн}, \quad (9)$$

где  $D$  и  $d$  – диаметр рамки и диаметр провода (трубки) рамки, см.

Индуктивность рамки диаметром 40 см из трубки диаметром 1,7 см будет равна  $0,82 \text{ мкГн}$ , что на частоте  $f = 30 \text{ МГц}$  составит  $X_L = 2\pi f \cdot L_{\text{рам}} = 154 \text{ Ом}$ . В действительности  $L_{\text{рам}}$  будет больше из-за влияния второго кольца. Получаем  $X_L > R$ , что не позволяет использовать (8) для определения тока  $I$  на высоких частотах и его необходимо контролировать, например, по падению напряжения на резисторе  $R$ .

Важно учитывать, что при введении в кольца ферритового стержня индуктивность колец может заметно увеличиваться, что будет способствовать уменьшению

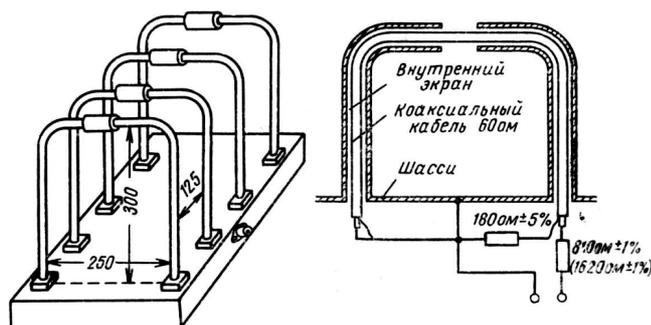


Рис. 7. Пример генератора поля из 4-х колец Гельмгольца

тока в кольцах, а, соответственно, и напряженности поля. Для сохранения постоянства поля необходимо будет увеличивать диаметр колец, что приведет к понижению верхней рабочей частоты.

Таким образом, генератор поля на основе колец Гельмгольца, обладая рядом преимуществ, имеет и существенные ограничения. Поэтому на практике он используется при относительно коротких и “тонких” ферритовых стержнях, диаметр которых не превышает 8-10 мм. При длинных стержнях иногда используют более 2-х колец. На рис. 7 приведен пример из 4-х колец [6]. Для измерений  $h_d$  воздушных рамок, имеющих те же и даже большие размеры, чем кольца, такой метод оказывается вовсе непригодным.

### Линия “бегущей волны” (ЛБВ) или TEM – камера.

В общем виде конструкция генератора поля на основе ЛБВ приведена на рис. 8. Линия представляет собой два горизонтальных проволочных полотна, образующих воздушную линию передачи с волновым сопротивлением  $Z_n$ . На концах линии предусмотрены сходящиеся к низу спуски для подключения нагрузки  $R_n$  и генератора сигнала. При прохождении сигнала от генератора к нагрузке между полотнами образуется электромагнитное поле, равномерность которого определяется в основном шириной полотна. При ширине полотна 1,2 м поле будет достаточно равномерным для практики в пределах 1 м.

При согласовании линии с нагрузкой  $Z_n = R_n$  в линии образуется “бегущая волна” с КБВ  $\approx 1$  и достигается наилучшее постоянство напряженности поля в диапазоне частот. При этом отношение  $E/H = Z_n$  в линии близко к волновому сопротивлению открытого пространства, т.е.

$$Z_n \approx Z_0 = 120\pi = 377 \text{ Ом}. \quad (10)$$

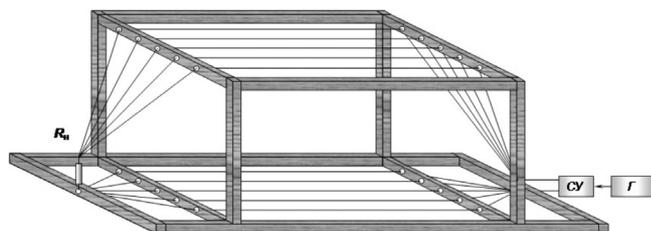


Рис. 8. Общий вид конструкции ЛБВ

Зная напряжение, подаваемое от генератора в линию  $U_n$ , можно определить напряженность электрического и магнитного полей в линии на низких частотах

$$E = \frac{U_n}{d_n}, B/M, \quad H = \frac{E}{Z_0} = \frac{E}{120\pi}, A/M, \quad (11)$$

где  $d_n$  – расстояние между полотнами линии. При  $d_n = 1$  м напряженность поля  $E$  численно равна напряженности в линии.

Волновое сопротивление ЛБВ обычно лежит в пределах  $Z_n = 100...200$  Ом, поэтому для согласования с выходным сопротивлением генератора ( $\Gamma$ )  $R_r$  параллельно входу линии в качестве согласующего устройства (СУ) можно использовать параллельно включенный согласующий резистор  $R$  или согласующий трансформатор. В использованной автором конструкции, **рис. 9**,  $d = 1$  м,  $Z_n \approx R_n = 150$  Ом,  $R_r = 50$  Ом,  $R = 75$  Ом.

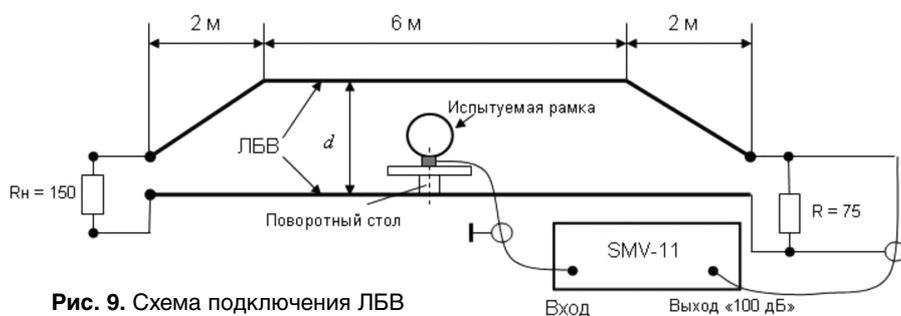


Рис. 9. Схема подключения ЛБВ

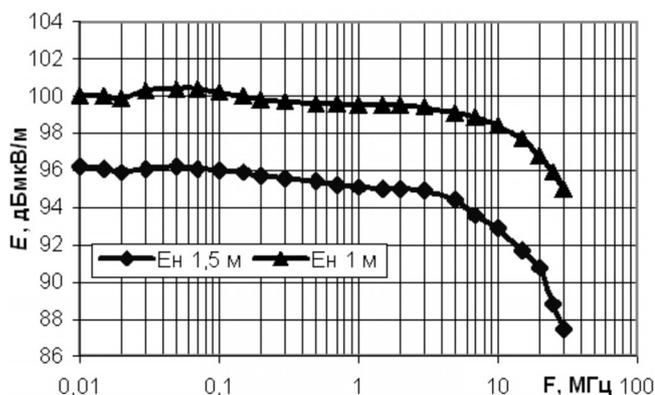


Рис. 10. Зависимости напряженности поля в центре ЛБВ от частоты



Рис. 12. Зависимость от частоты чувствительности по полю антенны ALA-1350

### Некоторые соображения по построению ЛБВ

**Длина ЛБВ.** Спуски на краях ЛБВ ухудшают однородность линии и снижают КБВ. Поэтому, чем длиннее горизонтальные полотна, тем меньше влияние спусков на согласование. Линия становится более однородной, она может быть лучше согласована и тем точнее (8). Кроме того, уменьшается влияние испытываемой антенны на параметры линии.

**Высота ЛБВ.** Высота линии 1 м наиболее удобна. С одной стороны, она достаточно высока для того, чтобы испытывать воздушные рамки высотой, обычно не превышающие 0,7 м. С другой стороны, при увеличении высоты линии она становится более “открытой”, что влечет увеличение погрешности измерений на высоких частотах за счет усиления влияния переотражений от близкорасположенных проводящих элементов и потерь в них. Кроме того, увеличивается излучение ЛБВ как большой рамочной антенны, что проявляется в снижении напряженности поля в линии с ростом частоты. ЛБВ уже следует рассматривать как линию с потерями, в которой напряженность поля постепенно снижается от ее начала к концу. На **рис. 10** представлены примерные зависимости напряженности поля  $E_n$  от частоты в центре ЛБВ при ее высоте 1 м и 1,5 м.

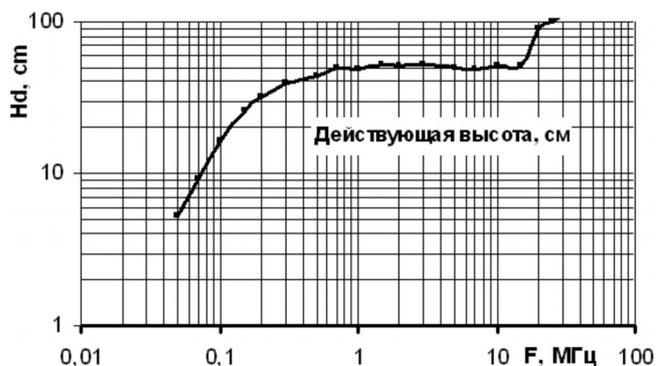


Рис. 11. Зависимость от частоты действующей высоты антенны ALA-1350

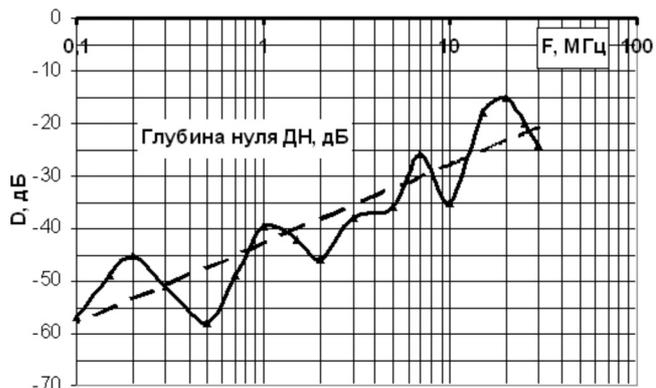


Рис. 13. Зависимость от частоты глубины нуля диаграммы направленности антенны ALA-1350

Поскольку снижение поля с ростом частоты зависит от многих трудно учитываемых факторов, для получения более точных значений напряженности поля ее желательно измерить в диапазоне частот с помощью специальной измерительной рамки, например типа П6-50.

Использование вращающегося стола с угловым лимбом позволяет довольно точно измерять диаграмму направленности антенны в горизонтальной плоскости. Погрешность измерения нуля диаграммы направленности до 3-5° возможна на отдельных частотах выше 20 МГц вследствие влияния переотражений и ВЧ кабеля между антенной и измерительным прибором.

Таким образом, наиболее точным и универсальным является генератор поля на основе ЛБВ, хотя и требует достаточно много места. До частот порядка 10 МГц наличие измерительной рамки не обязательно, поскольку снижение поля в ЛБВ с ростом частоты еще невелико. Достаточно измерить вольтметром напряжение на входе ЛБВ  $U_n$  и по (11) определить напряженность поля  $E$ . На более высоких частотах погрешность измерений может существенно возрастать, но можно вводить поправки на основе графиков **рис. 10**, уменьшая таким образом погрешность.

Далее, в качестве примера, приведены измеренные автором параметры популярной рамочной приемной антенны типа ALA-1350 британской фирмы Wellbrook

Communication, **рис. 11-13**. Антенна была любезно предоставлена Березкиным Александром (UA1AEB). Чувствительность приведена для полосы частот 1,2 кГц при отношении сигнал/шум  $K = 3$ . Напряженность поля блокирования (компрессии) сигнала на частоте 10 МГц составила порядка 5,5 В/м.

Антенна обладает очень высокими параметрами чувствительности и линейности. Она может быть рекомендована для любителей DX-приема.

### Литература

1. Банк М.У. Электрические и акустические параметры радиоприемных устройств. – М.: Связь, 1974. – 288 с.
2. ГОСТ 9783-71. Приемники радиовещательные. Методы электрических и акустических измерений.
3. ГОСТ 9783-88. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы электрических высокочастотных измерений.
4. А. Бобков. Электрическая или магнитная антенна? // Радиоловитель, 2014, №11 с. 38 - 40.
5. А. Бобков. Магнитное поле. Часть 1 // Радиоловитель, 2016, №2, с. 44 - 47.
6. Хомич В.И. Ферритовые антенны. Массовая радиобиблиотека. Выпуск 721 – М.; Энергия, 1969, 96 с.
7. Роткевич В., Роткевич П. Техника измерений при радиоприеме. - М.; Связь, 1969. - 496 с.



**Алексей Браницкий**  
г. Минск

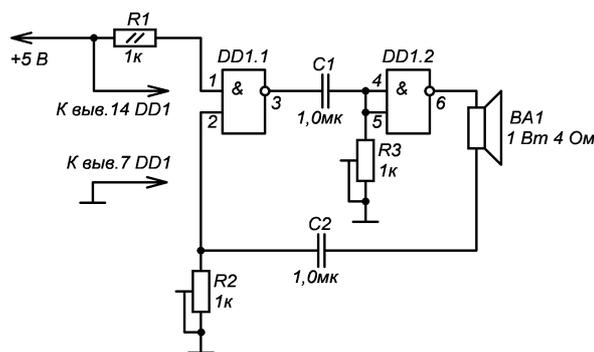
## Домашнее радиоконструирование



**Продолжение.**  
Начало в №№1-8/2017

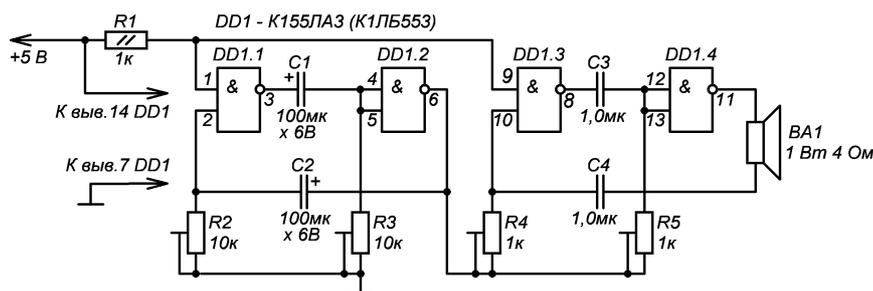
А на лето в Воложин я взял с собой радиодетали, батарейку, динамик 1ГД-40, паяльник, журналы “Радио” и там занимался тоже макетным конструированием всяких генераторов-пискулек, в том числе на микросхемах К1ЛБ553 из раздела “За рубежом” журнала “Радио” (**рис. 45, рис. 46**).

И осенью 1984 г. года тоже продолжал где-то по инерции. К нам в школу пришел руководитель радиокружка из клуба “Прометей”, что находился неподалеку от нашей школы, и агитировал записываться в его кружок. Я сходил на пару занятий, и там было несколько ребят из нашей школы. На кружке тот руководитель говорил, что мы будем делать приемник 2-V-1 по схеме радиоловителя И. Пятницы из



Электронный звонок на логической ИМС К1ЛБ553 (К155ЛА3) (“Радио” №5/1977г., с.60)

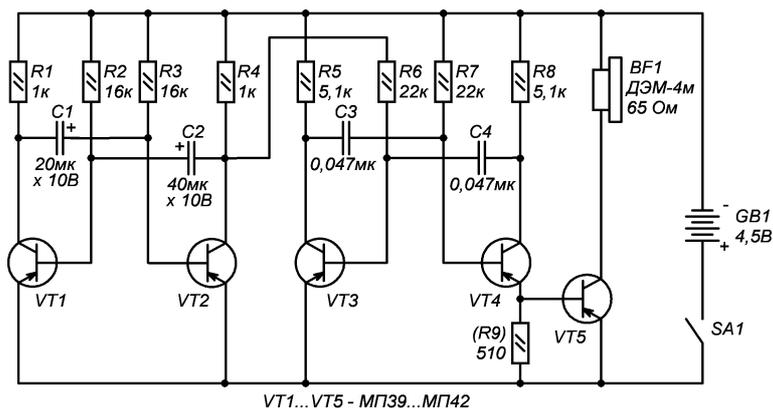
**Рис. 45**



Генератор прерывистого тона (“Радио” №5/1977г., с.60)

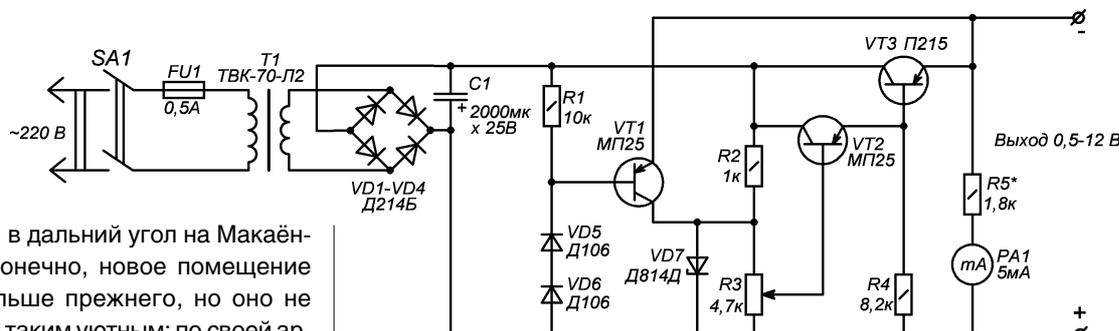
**Рис. 46**

“Радио” №6 за 1984 год, а с одним товарищем из нашей школы мы обсуждали схему имитатора собачьего скуления – я ему показал голозом, как звучит такой имитатор; зимой, когда я был на больничном, я занимался паянием макетных конструкций различных пискунков и мультивибраторов и собирал в т.ч. и эту известную схему (рис. 47). Но всё же такой приемник был для меня пройденным этапом, а по оборудованию кружок был беднее, чем наш. И я вернулся в свой родной кружок, который в начале 1984 года



Имитатор собачьего скуления (из книги “Юный радиолюбитель”)  
В более ранних образцах схемы R9 отсутствовал

Рис. 47

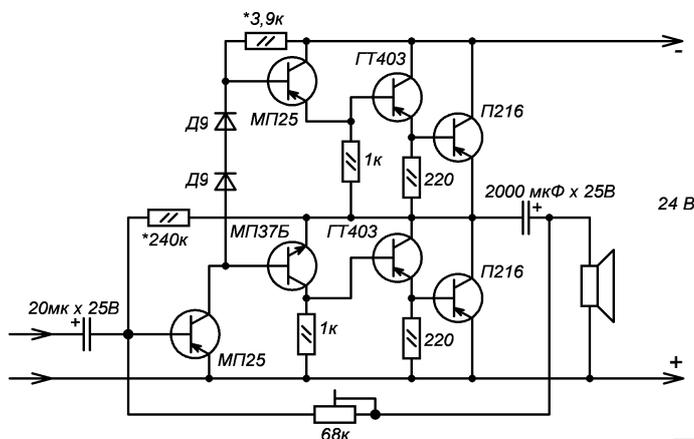


Блок питания с защитой от КЗ на выходе

Рис. 48

переехал в дальний угол на Макаёнка, 12. Конечно, новое помещение было больше прежнего, но оно не было уже таким уютным: по своей архитектуре и ощущению очень сильно напоминало институт НУИНУ из кинофильма “Чародеи”. Рядом проходила узкоколейная Детская железная дорога, но зимой поезд не ездил.

В радиокружке я стал конструировать мало, потому что по воскресеньям в 11 часов шла “Утренняя почта”, и я ее старался не пропускать, и записывал на магнитофон некоторые понравившиеся песни. А прежде “Утренняя почта” шла с 11.45 до 12.15 и повтор утром по субботам, но в 5-м классе я, в отличие от 3-го и 4-го, стал ходить в школу в 1-ю смену, и по субботам смотреть уже не получалось. Я старался ходить в кружок по средам вечером, и даже стал пропускать иногда кружок по воскресеньям. И последним моим изделием в кружке был блок питания с защитой от КЗ на выходе (рис. 48). Еще я хотел сделать стереоусилитель ватт на 6-8, и Владимир Николаевич нарисовал мне схему в тетрадь – там было 7 транзисторов, но питание было 24 В, и я не довел проект (рис. 49) до конца. Но, всё же, в концепции радиокружка были некоторые неясности,



Усилитель 3Ч на 6-8 Вт. Схема и номиналы приблизительные

Рис. 49

в основном материального плана. Радиокружок – государственный, детали – даром. Встречаются детали дорогие и содержащие драгметаллы (в одной детали такого ничтожно мало, но если 1000 шт. – это может быть полграмма) – это всегда стоит на учете, но и детей надо развивать. Дефицитные детали для своей поделки кружковец может также купить в магазине или поискать по своим каналам – выменять у друзей, найти на работе у кого-то из родственников, найти на мусорке. Потом, кружковец сделал

какое-то изделие, кто им потом пользуется? Если отнесет домой, получается, снес часть кружковских деталей. Оставит конструкцию в кружке – ну, может, попадет на выставку, а потом что? Или будет пылиться и занимать место, или кружковцы разберут снова на детали, а это немного жалко, потому что конструкция могла бы оказаться полезной, да и труд и старание вложены, не зря же им пропадать! Но в нашем мире такой класс как старые работоспособные радиодетали довольно часто попадает просто

так в мусорку, с бытовыми отходами, несмотря на драгметаллы. Так что, я думаю, если кружковец снёс в виде законченной небольшой конструкции часть кружковских деталей, особого вреда обществу не будет, а даже польза – ведь удовольствие от того, что сам сделал и получилось. Все подобные вопросы можно, думаю, мирно урегулировать.

Где-то в первой половине 1980-х у папы в университете во дворе была периодически радиосвалка, на которой можно было набрать, например, катушки от реле РЭС-6 и РЭС-10 – там их килограммы были, из них получались хорошие индуктивности для цветомузыки, а также датчики для электрогитар. Как-то там была свалка радиоламп. В основном это были 6Н2П и 6П14П, но и 6П3С были и 6П6С, трубка от осциллографа стояла экраном вниз длинная, диаметром сантиметров 30. Поэтому ламп было у меня штук 30, но толком ничего с ними я не сделал. Да и в любом радиомагазине продавались для телевизоров и радиоприёмников 6Ф5П, 6П45С, 6П36С и куча подобных. Но ренессанса эры ламповых усилителей еще тогда не наступило.

Осенью 1985 г. я не пошел в радиокружок. Четвертого года не вышло. Эстетика действующего радиокружка мне стала казаться слишком прямоугольной и утилитарной, а я хотел чего-то более художественного, где я бы мог проявить аккуратность, и я переключился на стендовый авиамоделизм. Но журналы “Радио” и “Юный техник” с приложением выписывал, и конструировать продолжал. В радиокружке один из гостей – знакомый Владимира Николаевича – предложил мне попробовать держать паяльник как ложку, потому что я до того несколько лет держал его, как отвёртку или молоток. И это повлияло на качество пайки, и вот уже много лет я держу так, как он мне посоветовал.

В июне 1985 г. в Ялте я купил “В помощь радиолюбителю”, выпуск 89. Там рассказывалось про разные приставки к электромузыкальным инструментам. Но у нас в радиокружке, мне показалось, тема музыки развивалась для меня недостаточно. Одного кружковца, Диму-передовика, помню, раздражало, когда я включил сделанный мной приёмник прямого усиления и слушал по нему детскую передачу с музыкой вроде “Радионяни” –

там клоуны пекли пироги. Иногда дети своей полуобразованностью вводят друг друга в различные заблуждения. Например, тот же Дима сообщил мне, что с мостового выпрямителя можно из переменных 220 вольт получить постоянных 250, а с однополупериодного – нет, и я ему долго верил, пока сам не разобрался и не проверил практикой. В 7-м классе пытался сделать цветомузыку – завершил в 20 лет, приёмник “Юность КП101” тоже завершил в 20 лет. В начале 1987-го хотел сделать приёмник на двух лампах, но посчитал его старомодным и оставил затею (выпиллил (почти) тольколицевую часть корпуса из ДСП, покрытого лакированным шпоном). А книжка про приставки к электромузыкальным инструментам пригодилась, когда делал электрогитары и создавали с друзьями рок-группу. Тогда сделал примочку дисторшн на К140УД6 и фузз на трех транзисторах. И со слушания Бони-М перешел в 7-м классе на слушание Битлз, потому что кассета с Бони-М пропала, как и несколько других. И стереомикшер в 9-м классе сделал по мотивам “Радио” №2 за 1979 г. Но про электрогитары – разговор отдельный.



Продолжение в №10/2017

**Святослав Бабын (UR5YDN)**

пгт Кельменцы  
Черновицкой обл.  
Украина

## Радиопередатчик и радиоприёмник Си-Би диапазона

Начинающим радиолюбителям желательно повторять схемы, которые легко настроить. Предложенные автором схемы настраиваются довольно просто: всего два резистора необходимо подобрать в радиопередатчике и два резистора – в радиоприёмнике. Радиостанции Си-Би диапазона (гражданский диапазон) имеются в продаже и их нет необходимости регистрировать в инспекции электросвязи после приобретения, поэтому и выбран этот диапазон.

Частота может быть любой, из “сетки С” европейского частотного стандарта (26,965...27,965 МГц).

Приёмник имеет хорошую чувствительность благодаря применению сверхрегенеративного детектора, и разговор перед микрофоном радиопередатчика небольшой мощности хорошо слышно на расстоянии 700 м на открытой местности. Радиопередатчик и радиоприёмник питаются от батарей типа “Крона ВЦ”. По сравнению с общеизвестными схемами, где используются отдельные каскады с общим эмиттером в усилителях низкой частоты (УНЧ), данные схемы содержат меньшее количество радиоэлементов благодаря применению каскадов с непосредственной связью

транзисторов, причем режим устанавливается только одним резистором, задающим ток базы первого транзистора.

Принципиальная электрическая схема радиопередатчика приведена на рис. 1. На транзисторах VT1 и VT2 собран двухкаскадный микрофонный усилитель. Оптимальный режим работы двухкаскадного УНЧ на транзисторах с непосредственной связью устанавливается подбором резистора R1. Практически настройка УНЧ производится следующим образом: отключив микрофон BM1, подаем на вход усилителя синусоидальный сигнал

частотой 400...1000 Гц с напряжением 5...10 мВ и прослушиваем сигнал на выходе УНЧ высокоомными наушниками (ТОН-2М), подключив их через конденсатор емкостью 1 мкФ параллельно резистору R6. Подбирая величину резистора R1, добиваемся максимальной громкости. Для этого вместо резистора R1 временно необходимо запаять цепочку из резистора на 30...47 кОм и подстроечного резистора на 470 кОм. После настройки цепочку необходимо выпаять, замерить и взять номинал резистора, ближайший к измеренному. Следует заметить, что при неправильно выбранном режиме смещения УНЧ вообще не работает. В качестве микрофона автор использовал телефонную капсулу дифференциальной системы на 50 Ом, фирмы “TESLA”; микрофон ДЭМШ-1А также возможно применить. С выхода УНЧ сигнал поступает на базу транзистора VT3, на котором собран высокочастотный генератор на 27 МГц. Модуляция в такой схеме смешанная, то есть и амплитудная и частотная, но на сверхрегенеративный приемник сигнал слышно с хорошим качеством. Генератор собран по классической схеме с емкостной обратной связью за счет емкости конденсатора C9 положительная обратная связь будет больше, то есть условия для возбуждения более благоприятные. Подбором величины резистора R8, задающего ток смещения транзистора VT3, добиваемся максимальной мощности на передачу. Для этого вместо

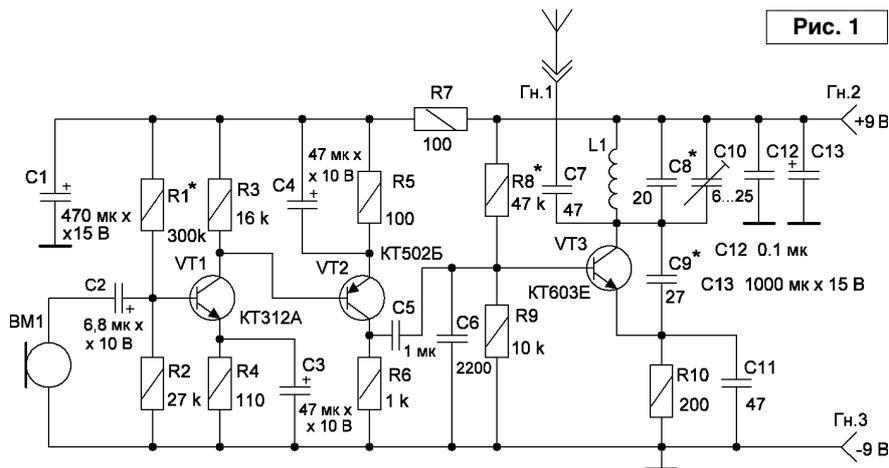


Рис. 1

резистора R8 временно необходимо запаять цепочку из резистора на 18...24 кОм и подстроечного резистора на 100 кОм. После настройки цепочку необходимо выпаять, замерить и взять номинал резистора, ближайший к измеренному.

Контролировать работу радиопередатчика возможно с помощью простейшего индикатора электромагнитного излучения. Катушка L1, бескаркасная, содержит 10 витков провода ПЭВ диаметром 0,8 мм, намотанных на оправке диаметром 9 мм. После намотки снимается с оправки и раздвигаются витки с шагом 0,4 мм. Лучший результат будет получен, если применить посеребренный провод такого же диаметра. Подстройка частоты производится подстроечным конденсатором C10. Конденсатор C10 лучше применить с воздушным диэлектриком. В контуре участвуют конденсаторы C8, C10 и частично C9, C11. В качестве антенны используется кусок медного провода длиной 2,77 м, то есть одна четвертая от длины волны.

Принципиальная электрическая схема приемника приведена на рис. 2.

На транзисторе VT1 собран сверхрегенеративный детектор на частоту 27 МГц. Как известно, сверхрегенеративные приемники детектируют сигналы как с амплитудной, так и с частотной модуляцией. Схема сверхрегенеративного детектора типовая; принцип работы сверхрегенератора подробно описан в [1]. В данной схеме сверхрегенеративное усиление, генерация на высокой частоте, генерация вспомогательной (гасящей) частоты, детектирование происходят в одном каскаде. Частота самогашения 50...100 кГц. Как известно, сверхрегенеративные радиоприемники имеют характерный “суперный” шум, который исчезает при поступлении сигнала на вход приемника и точной настройке на радиостанцию. Чувствительность сверхрегенератора достаточно высокая, и описанный выше передатчик хорошо слышно на расстоянии 700 м на открытой местности. Настройка сводится к настройке колебательного контура L1, C4 + C7 + C5 (частично) с помощью КПЕ (C7) на рабочую частоту. Подбирая величину сопротивления резистора R1, добиваемся оптимального режима



Рис. 2

работы транзистора сверхрегенератора. В авторском варианте применен транзистор VT1 с коэффициентом передачи по постоянному току  $h_{21э}$ , равный 170, при этом оптимальная величина R1, при которой получена максимальная чувствительность, составляет 30 кОм. В схему введен стабилизатор напряжения на стабилитроне VD1, благодаря этому режим работы транзистора стабилен. Катушка L1 бескаркасная, наматывается посеребренным проводом диаметром 0,8 мм на оправку диаметром 9 мм и содержит 10 витков, намотка с шагом 0,4 мм. Если транзистор VT1 имеет небольшой коэффициент передачи  $h_{21э}$ , то может возникнуть необходимость увеличения величины емкости конденсатора C5, за счет которого образуется положительная обратная связь. При увеличении величины емкости конденсатора C5 увеличивается глубина положительной обратной связи, что способствует возникновению генерации. Проверить наличие генерации в сверхрегенеративном детекторе возможно с помощью индикатора электромагнитного излучения, дотронувшись одним из “плеч” индикатора к гнезду G1 сверхрегенеративного приемника. Если нет генерации, то необходимо подобрать величину резистора R1; и

если это не “поможет”, то необходимо увеличить величину емкости конденсатора C5 до 24...27 пФ. На элементах R4, C10 образован Г-образный фильтр низких частот. Частоту, на которую настроен сверхрегенеративный приемник, удобно измерить с помощью простейшего волномера. При питании напряжением  $\pm 9$  В сверхрегенеративный приемник потребляет ток 16 мА.

Транзисторы возможно применить и других типов. Так, транзисторы KT312 возможно заменить транзисторами KT315, KT342 с любыми буквенными индексами, а транзисторы KT502Б возможно заменить транзисторами KT313, KT361 с любыми буквенными индексами. Транзисторы желательно взять с  $h_{21э}$  не менее 50. Если у начинающего радиолюбителя нет прибора для измерения коэффициента усиления  $h_{21э}$ , то возможно собрать схему простейшего испытателя маломощных транзисторов, приведенную в [2].

Настройку приемника следует начинать с усилителя низкой частоты, для чего от генератора низкой частоты подать через конденсатор на 1...2 мкФ синусоидальный сигнал с частотой 400...1000 Гц, с напряжением 5...10 мВ на вход УНЧ (конденсатор C12 отпаять от конденсатора C10 и на конденсатор

C12, по отношению к общему проводу, подать сигнал) и подбором величины резистора R6 добиться наибольшей громкости в телефонах. Для этого вместо резистора R6 временно необходимо запаять цепочку из резистора на 47...82 кОм и подстроечного резистора на 470 кОм. После настройки цепочки необходимо выпаять, измерить и взять номинал резистора, ближайший к измеренному. В авторском варианте в УНЧ приемника были использованы транзисторы с такими коэффициентами передачи по постоянному току: VT2 –  $h_{21э} = 50$ , VT3 –  $h_{21э} = 100$ . В качестве антенны возможно применить монтажный провод, длиной 1 м, или телескопическую антенну.

При исправных радиоэлементах и правильно собранной схеме настроить радиопередатчик и радиоприемник не сложно.



#### Литература

1. Дьяков А.В. Радиоуправляемые автомобили. - М.: ДОСААФ, 1973 г.
2. Святослав Бабын (UR5YDN). Простой испытатель маломощных транзисторов. - “Радиолюбитель”, 2016, №7, стр. 49.
3. Гитцевич А.Б. и др. Полупроводниковые приборы. Справочник. - М.: “Радио и связь”, 1988 г.

## “Радиовещание на русском языке”

### Радиовещание на русском языке



22  
ЛЕТО

A17: весна – осень 2017

Вышел из печати 22-й выпуск справочника “Радиовещание на русском языке” на сезон A17 (объем – 68 страниц формата А5), подготовленный Санкт-Петербургским DX Клубом. Он содержит летние расписания ВСЕХ российских и зарубежных радиостанций, работающих на русском языке в AM диапазонах по состоянию на начало июня 2017 г., приём которых возможен в России и странах СНГ (всего 55 станций из 32 стран и территорий мира). В справочнике приведены частотные и тематические расписания, расположение и мощность передатчиков, направление вещания, почтовые адреса станций, номера телефонов, факсов, адреса электронной почты, Web-страниц и страниц в социальных сетях, а также QSL-политика станций.

Справочник распространяется ТОЛЬКО В ПЕЧАТНОМ ВИДЕ.

Стоимость его для жителей России – 250 руб. при предварительной оплате или 350 руб. при высылке наложенным платежом.

Радиолюбители – федеральные льготники (инвалиды 1-й и 2-й групп, ветераны труда и военной службы, пенсионеры силовых ведомств) могут получить один экземпляр справочника бесплатно. Для этого необходимо сообщить адрес доставки и предоставить скан-копию документа, дающего право на льготы федерального уровня.

Стоимость справочника для жителей остальных стран – 6 евро или 7 долларов США через PayPal или Skrill. Для жителей Беларуси возможна оплата в белорусских рублях. Заявки на приобретение справочника просьба направлять электронной почтой: [dxspb\[at\]nrec.spb.ru](mailto:dxspb[at]nrec.spb.ru), - или обычной: **НРЭК/Александр Берёзкин, а/я 13, Санкт-Петербург 192007.**

Александр Берёзкин, UA1AEB  
Санкт-Петербург

## “Лимонный” передатчик: и на биполярном...

Продолжая тему “лимонного” передатчика [1, 2], автор решил попробовать устройство на биполярном транзисторе – используется часть передатчика [3, 4], но теперь уже на КВ, а именно в диапазоне 14 МГц.

На рис. 1 приведена схема такого передатчика, он собран на р-п-р транзисторе VT1, резисторы R1 и R2 образуют делитель, напряжение фиксированного смещения с которого подаётся на базу транзистора VT1. Резистор R3 также участвует в установке режима по постоянному току VT1, обеспечивая дополнительное автоматическое смещение, что обеспечивает стабилизацию работы транзистора в условиях изменяющейся температуры и напряжения питания. Конденсаторы C2 и C3 обеспечивают положительную обратную связь в кварцевом генераторе и отвечают за её степень (соотношение емкостей конденсаторов), частота генерации определяется кварцевым резонатором, подключенным к базе транзистора. Для обеспечения работы передатчика в некотором участке диапазона (не на одной частоте), между резонатором ZQ1 и “общим проводом” включен конденсатор переменной ёмкости C1. Изменяя его ёмкость, можно перестраивать частоту генерации в передатчике (вверх от частоты, указанной на корпусе “необертонного” резонатора). Первая гармоника напряжения кварцевого генератора, определяемая частотой основного резонанса ZQ1 (возможно эффективное выделение гармоник по пятую, включительно), выделяется контуром L1C4 в коллекторной цепи VT1, конденсатор C5 служит для развязки друг от друга РЧ цепи и цепи постоянного тока, которая замыкается и размыкается для осуществления CW работы передатчика ключом SA1 (манипуляция). Дроссель L3, в союзе с тем же конденсатором C5 и диодом VD1, отвечают за форму CW

импульсов, L3 и VD1 могут и отсутствовать, если к форме импульсов манипуляции не предъявляется особых требований. Цепь L3C5VD1 может служить также и для устранения РЧ наводок на длинные провода, идущие к передатчику от манипулятора (ключа).

Конденсаторы C8, C9 и C10 – развязка передатчика по источнику питания. Катушка L2 – катушка связи передатчика с антенной. Конденсаторы C6 и C7 включены параллельно и служат для обеспечения согласования выхода передатчика с антенной, могут быть заменены КПЕ (желательно) с воздушным диэлектриком ёмкостью до 500 пФ. Здесь предпринята попытка сократить габариты передатчика: поскольку согласование с антенной происходит в достаточно узком диапазоне перестройки ёмкости КПЕ, то появляется возможность заменить КПЕ конденсатором постоянной ёмкости и параллельно включенным подстроечным конденсатором, который позволяет в некоторых пределах неоперативно варьировать условия согласования антенны с передатчиком в случае, например, изменения параметров антенны (погода, изменение высоты подвеса и т.п.). В передатчике, с целью сокращения габаритов, и в качестве C1 применён подстроечный конденсатор с перекрытием по ёмкости 20 (3...60) пФ, хотя более бы подошёл КПЕ с воздушным диэлектриком.

Настройка передатчика довольно проста: подключив к нему источник питания, нажимаем на ключ и стараемся “поймать” сигнал на приёмнике, настроенном на частоту кварцевого резонатора (в участке плюс - минус килогерц десять от этой частоты) в режиме приёма телеграфа или SSB. Обычно, кварцевые резонаторы хорошего качества “заводятся” без проблем и остаётся только подстроить контур L1C4 на рабочую частоту, устанавливаемую

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

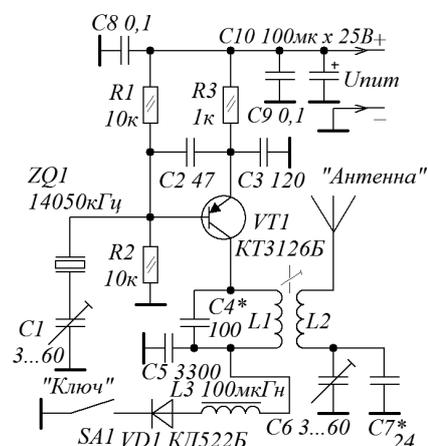


Рис. 1. QRPP-передатчик на биполярном транзисторе. Схема принципиальная электрическая

конденсатором C1, вращая ферритовый подстроечный сердечник катушки L1; в случае крайних положений этого сердечника в каркасе L1, следует уточнить значение ёмкости конденсатора C4 (сердечник выведен – уменьшить C4, сердечник введён – увеличить), крайняя мера: уточнение числа витков катушки L1. Можно и вместо C4 включить градуированный КПЕ, сердечник катушки L1/L2 установить в среднее положение, вращая ротор КПЕ, начиная с большей ёмкости, настраиваем контур в резонанс на первой гармонике кварца – рабочей частоте передатчика (используя градуированный КПЕ, автор настраивал с его помощью контур и на вторую гармонику (при меньшей ёмкости КПЕ), поэтому, чтобы не ошибиться, нужно начинать настройку с большей ёмкости КПЕ, т.е., от положения ротора, когда пластины его введены). По шкале КПЕ определяем необходимую ёмкость C4 и устанавливаем конденсатор постоянной ёмкости с найденной ёмкостью в контур. Если, при первом включении, на приёмнике не обнаруживается сигнал кварцевого генератора, коим (в первом приближении) собственно и является передатчик, следует проверить исправность деталей,

правильность монтажа и уже после приступать к перестройке контура L1C4 по частоте, контролируя возбуждение кварцевого резонатора на контрольном приёмнике. Контроль выходного напряжения нужной гармоники и максимальной амплитуды напряжения этой гармоники следует осуществлять с помощью резонансного волномера (приёмник, как правило, очень чувствителен для этого, но и его можно использовать, отключив АРУ, настраивая на слух или (при АРУ) по показаниям S-метра). Набор частот кварцевых резонаторов можно расширить в нижнюю сторону, применить резонаторы кратные рабочей частоте, т.е. 14060; 7030; 4666; 3,515; 2812 кГц), но, при этом, следует учесть два обстоятельства: наличие в выходном спектре передатчика всех субгармоник сигнала требуемой (умноженной) частоты и уменьшение амплитуды выходного сигнала, она будет тем меньше, чем выше номер используемой гармоники, поэтому в передатчике лучше использовать, всё-таки, резонаторы сразу на рабочую частоту (основная рабочая частота = первой гармоники резонатора  $\approx$  14060 кГц).

Возможно применение данного передатчика и на других диапазонах (максимальная рабочая частота применённого транзистора находится в районе (по паспорту) не менее 500 МГц, обычно – 800...1000 МГц), при условии применения нужных

кварцевых резонаторов без активной помощи дополнительных умножителей и усилителей, возможны диапазоны 1,8...50 МГц, при условии коррекции значений емкостей конденсаторов делителя C2/C3 и частоты настройки контура L1C4.

Результаты испытания передатчика: с помощью подстроечного конденсатора C1 частота кварцевого резонатора в стеклянном малогабаритном корпусе с надписью “14050 кГц” в генераторе перестраивалась в пределах 14053,9...14065,7 кГц, т.е., в пределах 11,9 кГц, что вполне достаточно для работы QRP вблизи от соответствующей частоты 14060 кГц, отведённой для экспериментов с пониженной мощностью. Выходная мощность передатчика зависит от напряжения питания и составила 0,165; 11,1; 37,8 мВт, при напряжениях питания 1,53; 6,0; 13,8 В и токах, потребляемых передатчиком 0,215; 3,7; 5,48 мА, соответственно. Минимальное напряжение питания, при котором присутствует генерация, зависит от многих факторов (активности кварцевого резонатора, коэффициента усиления по току транзистора, емкостей его переходов, добротности деталей генератора) и составило в данном экземпляре передатчика 1,33 В, максимальное зависит от применённого транзистора – по паспорту на транзистор КТ3126 оно составляет 30 В, но надёжно аппаратура работает тогда, когда максимальные

режимы его составляющих не превышают 33,333% (трети) от паспортных (в крайнем случае, по одному параметру, – 50%). Значит, наш передатчик должен питаться максимально током при напряжении в 12...15 В. При отсутствии возможности точно измерить выходную РЧ мощность QRPP передатчика (РЧ вольтметры на дороге не валяются), можно примерно оценивать её как:

$$P_{\text{вых}} = 0,5 (U_k * I_k),$$

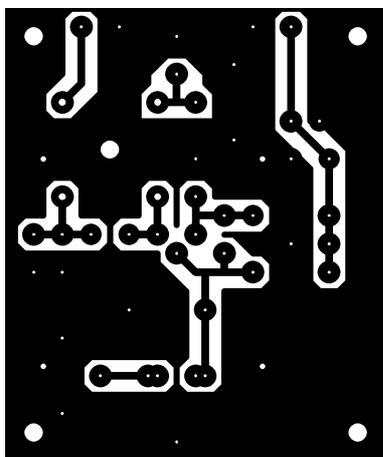
где  $P_{\text{вых}}$  – выходная РЧ мощность, мВт;

$U_k$  – постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT1, В;

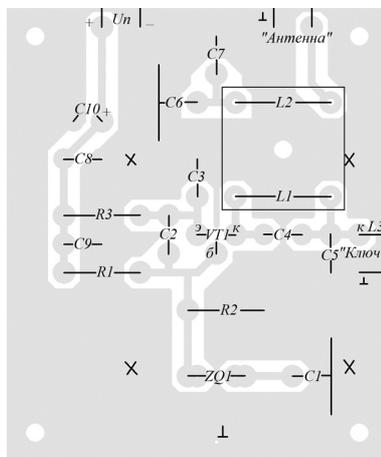
$I_k$  – ток коллектора  $I_k$  VT1, мА.

Плата передатчика (**рис. 2**) выполнена из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, фольгированного с одной или двух сторон, имеет размеры 50x60 мм. Расположение деталей на монтажной плате приведено на **рис. 3**, фото собранной платы – на **рис. 4**.

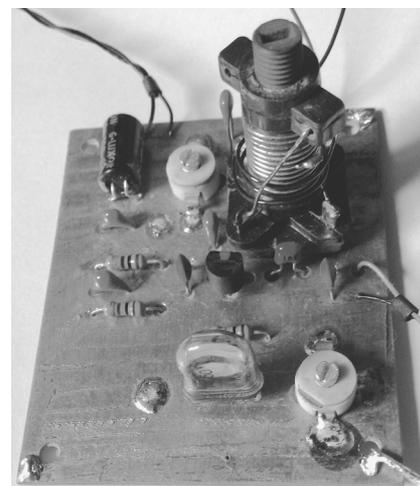
В случае применения печатной платы с фольгированием с двух сторон, отверстия, под выводы деталей, не соединённых с общим проводом, зенкуются сверлом диаметром 2...5 мм со стороны установки деталей. Отверстия по углам платы предназначены для её крепления, под каркасом катушки – для его крепления к плате винтом с резьбой М3, отверстие у кварцевого резонатора ZQ1 служит для соединения металлического корпуса



**Рис. 2.** Эскиз монтажной платы QRPP передатчика. Вид со стороны проводников. Размеры: 50x60x1,5 мм



**Рис. 3.** Эскиз монтажной платы QRPP передатчика. Вид со стороны расположения деталей



**Рис. 4.** Фото собранной платы передатчика

резонатора (или экрана над ним) с общим проводом.

По традиции [1, 2] размер платы оставлен таким же для возможности совместного использования с интерфейсом, для образования однотипной “этажерки”. Некоторый конструктивный запас размеров платы конструктор может использовать для монтажа дополнительных деталей, какие посчитает нужным установить...

Крестиками на эскизе платы (рис. 3) обозначены отверстия, в которые впаиваются проволочные перемычки, в случае изготовления платы из стеклотекстолита, фольгированного с двух сторон, одно из отверстий может быть также использовано для соединения с общим проводом защитного экрана катушек L1, L2, в случае применения такового.

На плате указаны выводы к телеграфному ключу, в случае, если применяются дроссель и диод, то их используют в качестве соединительных элементов с гнездом соединителя ключа.

В качестве VT1 можно применить практически любой маломощный PЧ транзистор структуры p-n-p (у автора KT3126Б), или, со сменой полярности источника питания и C10, – структуры n-p-n. Транзисторы средней мощности тоже применимы, но, при этом, нужно рассчитывать:

1) на большой запас по ёмкости источника питания;

2) применять кварцевые резонаторы, рассчитанные на большие мощности рассеяния на них (например, старых типов в бакелитовых корпусах), чтобы их пластины не смогли при работе разрушиться и

3) рассчитывать на меньшую степень удовлетворения от работы QRPP (Hi!)

Если Вы рассчитываете на работу с QRPP передатчиком в полевых условиях, то резисторы лучше поставить с мощностью рассеяния 0,25 Вт (они надёжнее), хотя вполне хватит таковых с 0,125 Вт.

После отладки плату передатчика для использования в полевых условиях следует покрыть бесцветным

электроизоляционным лаком, например, “ISOTEMP” или “Plastik”.

В передатчике применены конденсаторы типа K10-17 или их зарубежные аналоги, C10 – оксидный или оксидно-полупроводниковый (для полевых условий), который можно заменить и танталовым или несколькими танталовыми, соединёнными параллельно (SMD-конструкции), припаяв их со стороны проводников на плату. В качестве C1 и C6 применены керамические подстроечные конденсаторы 3...60 пФ, но, при возможности, желательно для оперативной подстройки применять КПЕ с воздушным диэлектриком: у C1 критичной является минимальная ёмкость, которая должна быть как можно меньше (около 1 пФ), от этого зависит максимальный уход частоты КГ вверх от указанной на корпусе кварцевого резонатора, максимальная ёмкость C1 может быть сколько угодно большой (вплоть до короткого замыкания с общим проводом). Ёмкость конденсатора C6 может изменяться в пределах 10...500 пФ, правильная настройка (согласование) антенны с передатчиком будет осуществляться в середине этого предела изменения ёмкостей, поэтому я счёл допустимым заменить КПЕ двумя ёмкостями C6 и C7, из которых второй – постоянной ёмкости. Среднее значение ёмкости C6 примерно равно 30 пФ; временно подключив вместо C6 и C7 градуированный КПЕ, определяем их необходимую общую ёмкость, затем из суммы вычитаем 30 пФ (C6) и ёмкость, численно равную разности, считаем за C7 и устанавливаем на его место конденсатор постоянной (найденной) ёмкости (при экспериментах с антенной случайной длины, ёмкость C7 составила 24 пФ).

В качестве L1 применена готовая катушка от радиостанции “Кама-С” (ШИ4778005) – без экрана, она намотана посеребрённым проводом диаметром 0,51 мм (12 витков, длина намотки 12 мм) по канавке с шагом, исключая замыкание соседних витков; катушка L2 намотана проводом ПЭВ-2

0,6...0,8 мм поверх L1 у “холодного” её конца и имеет 3 витка: виток к витку или с небольшим шагом, как “позволит” каркас с канавкой катушки L1 (провод катушки не натянут, а находится на расстоянии в полмиллиметра от провода катушки L1), можно использовать для надёжности и провод в изоляции, например, МГТФ, закрепив его от перемещения, например, ниточным биндом. Диаметр каркаса катушки – 10 мм, каркас имеет подстроечный сердечник из карбонильного железа (MP-3...MP-20) с резьбой М6 х 0,75 мм.

На месте VD1 можно применить любые маломощные кремниевые диоды: КД503, КД509, КД 521, КД 522, 1N4148 и диоды Шоттки 1N5817...1N5819 и т.п.

Отмечена интересная особенность передатчика: его частота, несмотря на отсутствие стабилизации напряжения питания как таковой, не изменяется до уменьшения его примерно до 2 В, после немного повышается на несколько десятков Гц и, после, – генерация срывается.

При работе в полевых условиях передатчик лучше всего поместить в герметичный корпус или контейнер, проложив внутри полоски листового пенопласта (работают в совокупности в качестве пассивного термостата).

На передатчике проведено несколько связей в радиусе 1 км, с использованием суррогатной антенны.

Рисунок печатной платы (файл [lpkt3126\\_lay](#)) вы можете загрузить с сайта журнала:

<http://www.radioliga.com>  
(раздел “Программы”)



### Литература

1. В. Беседин. “Лимонный” передатчик. История продолжается... - Радиолобитель, 2017, №7, стр. 34...37.

2. В. Беседин. Средства связи “без питания”... - CQ-QRP, №57, стр.23...32; №58, стр. 26...31.

3. В. Беседин. Приёмопередатчик “Бекас-М”. - Радиолобитель, 2016, №11, стр. 52...55; №12, стр. 48...52.

4. В. Беседин. Приёмопередатчик “Бекас-М”. - CQ-QRP, №34, стр. 14...22.

## Создание ТВЧ установки

Сергей Воронков

г. Белгород

E-mail: voron.61@mail.ru

**В** силу производственной необходимости (что совпало с моим желанием поэкспериментировать!) появилась необходимость создания ТВЧ установки для ПОВЕРХНОСТНОЙ закалки токарных деталей, так, чтобы подвергался нагреву только поверхностный слой металла (впоследствии закаливаемый), а “сердцевина” оставалась относительно холодной (а после закалки поверхностного слоя – вязкой).

В принципе, задача несложная.

НО! “Дьявол кроется в деталях”.

“И всегда ходи с бубей, если хода нету” – из детской песни.

В соответствии с этой мудростью я начал с поиска (слава Богу, есть Интернет, а не только бумажные первоисточники!) уже готовых решений (“Ничего воровать не нужно. Все уже украдено до вас”, - говорил персонаж “Операции Ы...”).

Начал я с “классики”. Конечно, к работам Вологодина я обращаться не стал – слишком уж фундаментально, а начал с чего-нибудь адаптированного, чтобы воспользоваться уже накопленным опытом и не учиться на собственных ошибках. Да и сама постановка задачи – чтобы в разрабатываемом устройстве поверхностному нагреву подвергался довольно широкий спектр заготовок – не способствовала “академизму” решения и оптимизации с точки зрения максимальной эффективности.

Поверхностной закалке на данном устройстве должны подвергаться цилиндрические пальцы, преимущественно из стали 45 и/или ее аналогов. Для стали 45 нагрев поверхностного слоя должен был производиться до температуры закалки стали (850...860°C). При поверхностной закалке заготовок из других сталей температура закалки может отличаться, но при этом быть такого же порядка.

Температура точки Кюри для железа составляет 768°C, так что нагрев до температуры закалки заканчивается уже выше точки Кюри.

Таким образом, поверхностный слой должен нагреваться уже при температуре выше точки Кюри. Для эффективного нагрева именно поверхностного слоя необходимо, чтобы подводимая мощность выделялась именно в этом поверхностном слое. Нагрев происходит за счет теплового действия наведенного (на глубину проникновения) тока с объемным сопротивлением материала. Более глубоко лежащие слои нагреваются от этого слоя за счет теплопередачи.

Глубина проникновения тока связана с частотой, объемным сопротивлением материала и его магнитной проницаемостью. Для ферромагнетиков магнитная проницаемость зависит от температуры, при температуре выше точки Кюри относительная магнитная проницаемость становится равной 1. В этом случае различают “холодную” и “горячую” глубину проникновения тока. В [1] приводится усредненная упрощенная формула “горячей” глубины проникновения тока для стали:

$$d = 0,5/\text{SQRT}(f).$$

При расчетной “горячей” глубине проникновения тока 2 мм необходимая частота составляет 62500 Гц, для “горячей” глубины проникновения 1,6 мм необходимая частота составит 100 кГц.

Имеющиеся на производстве ТВЧ установки типа ВЧ-85У имеют рабочую частоту порядка 18...20 кГц, что дает “горячую” глубину проникновения тока (а, следовательно, и глубину нагрева, и глубину закалки порядка 5...6 мм, что при диаметре пальцев 16 мм практически соответствует сквозному нагреву (и закалке)). К тому же они заняты под другие задачи.

В [2] указывается, что при размерах детали до 3 см применяются частоты 60...80 кГц, получаемые от ламповых генераторов (только где их взять?!) или тиристорных преобразователей (это какие быстродействующие тиристоры нужны?).

Там же указывается, что наилучшая эксплуатационная прочность поверхностно закаленных цилиндрических деталей достигается при отношении глубины проникновения тока к диаметру больше или равному 0,14. Для пальцев диаметром 16 мм это дает необходимую глубину проникновения тока 2,24 мм, для чего оптимальная частота составит порядка 50 кГц. Мог бы использоваться промышленно выпускавшийся генератор В2Г1 -60/0,066 на лампе ГУ66А (или В2Г1 -100/0,066 на лампе ГУ68А) [2], только:

1 - где же его взять (тем более, что и лампы, и трансформатор питания, скорее всего, в “лихие 90-е” сдали “на медь” и

2 - куда же его поставить (там, по-моему, 3 больших шкафа и дополнительно система водяного охлаждения) и

3 - от чего его запитать, буде он все-таки приобретен (нужен резерв по мощности, по крайней мере, на 100 кВт).

Учитывая небольшую необходимую мощность, соблазнительным представляется ТВЧ установку на указанную частоту собрать самостоятельно. И первое, что приходит на ум, – это почти аналогичного назначения и сопоставимой мощности схема инвертора Кухтецкого “Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева” [3].

Как именно лабораторный прибор он, по всей видимости, выше всяких похвал. Но для указанных выше целей его стоило бы доработать.

Автогенераторный инвертор [4] и инвертор с включением индуктора непосредственно в диагональ полумоста, без разделительного трансформатора ([3], часть 1) – это, скорее всего, “действующий макет”, более всего пригодный для демонстрации принципов индукционного нагрева (ну и, в какой-то мере, пригодный для нагрева небольших высокотемпературных реакторов лабораторных установок).

К тому же сам индуктор имеет гальваническую связь с питающей электросетью, что создает опасность при его использовании (тем более, в условиях серийного производства), что неприемлемо из соображений ОТ и ТБ (а в самом “пииковом случае” – и УК ☹).

Инвертор, описанный в части 3 [3], слишком “замудренный” и сложный.

“Сложное – не нужно. Все нужное – просто” – девиз М. Калашникова, а уж он-то разбирался в том, “что такое хорошо и что такое плохо”. Так что схемотехнику, приведенную в части 3 [3], оставим для “гурманов”.

Наиболее близкий к желаемому аналог – это инвертор с ручным частотным регулированием мощности, описанный в части 2 [3]. Но у описанного инвертора, применительно к поставленной мне задаче, есть несколько существенных недостатков (в задаче, которую решал (и неплохо решил Сергей Кухтецкий), они не слишком актуальны).

Во-первых, на производстве никто не будет следить, наблюдая по амперметру за потребляемым инвертором током, за приближением к резонансу (а уж, тем более, регулировать рабочую частоту на КАЖДОЙ отдельно взятой детали).

Во-вторых, при регулировке частоты при термообработке каждой отдельно взятой детали неизбежен повышенный износ органа управления.

В-третьих, оговоренные (там же) сложности нагрева с переходом через точку Кюри (а закалка сталей производится, как правило, выше точки Кюри), что вынуждает работать на МЕНЬШИХ нагрузках и при БОЛЬШЕЙ допустимой мощности инвертора.

Работа на резонансную нагрузку (а именно на резонансной нагрузке и возможно снятие больших мощностей) характерна тем, что в момент наступления резонанса реактивное сопротивление индуктора становится равным нулю, а полное сопротивление – внесенным в цепь индуктора сопротивлением нагрузки. При

том, что сопротивление нагрузки невелико, также невелико и внесенное в цепь индуктора сопротивление потерь, а работающий на резонансный индуктор трансформатор представляет для коммутирующих элементов практически короткое замыкание. Так что защита ключей от короткого замыкания жизненно важна.

Предложенная Кухтецким защита, возможно, и является достаточно эффективной применительно к тому классу задач, которые и стояли для разработки индукционного нагревателя (в частности, работа на постоянную нагрузку (тигель) при наблюдении человека-оператора, когда превышение тока ключей – это уже следствие аварии, которую необходимо устранить перед повторным включением), но в случае использования индукционного нагревателя в ТВЧ установке при нагреве заготовок с переходом через точку Кюри защита “без возврата” (с необходимостью ручного повторного включения) уже не применима. Тем более, что уменьшение полного сопротивления индуктора до внесенного сопротивления нагрузки (при наступлении резонанса) – это отнюдь не авария, а просто этап штатного процесса. Для такого случая желательнее не отключение “без возврата”, а ограничение тока ключей при работе на короткозамкнутую нагрузку (или близкую к ней). Причем неизвестно, как долго будет наступать резонанс, поэтому ограничение тока ключей крайне желательно сделать внутрицикловым.

Ой, я такую задачу уже решал...

В 1994 году, будучи вдохновленным схемой сварочного аппарата Петрова [5], я решил сделать для себя что-то подобное. Но с изменениями в сторону ужесточения вводными. Мне нужен был легкий инверторный аппарат на ток не 40-60 А, а хотя бы на ампер 200, для сварки шва электродом Ф4 в поточном положении, причем собранный на доступных в то время для меня элементах.

Требование значительно БОЛЬШЕЙ мощности, чем у аппарата Петрова, при наличии довольно “скромных” по характеристикам элементов,

определило (в отличие от схемы Петрова) для повышения КПД “одноступенчатое” преобразование в низкое напряжение, совмещенное со стабилизацией тока. Чтобы максимально использовать возможности доступных ферритовых магнитопроводов, пришлось сделать довольно высокую (и при этом достаточно стабильную!) частоту преобразования, что могло быть обеспечено только инвертором с внешним возбуждением. Отсутствие исчерпывающих знаний о временных параметрах сварочных процессов создало необходимость “внутрициклового” защиты от КЗ, а так как сварочный процесс представляет последовательность кратковременных КЗ (или самой дугой, или каплей переносимого (наплавляемого) металла, то такая защита не должна была быть “отключением без возврата”, то есть при защите должно было обеспечиваться “мгновенное” (внутрицикловое) ограничение тока. То есть была необходимостью внутрициклового ограничения тока.

В те времена “бумажных” источников datasheet было не густо (первая доступная для меня книга по компьютерным блокам питания (где были описаны знаменитые TL494) появилась, если не ошибаюсь, году в 97-м), доступный Интернет был только в проекте на неопределенное будущее, так что ничего не оставалось, как самому разрабатывать указанный ШИМ контроллер на том, что было доступно.

А было доступно: ТТЛШ (531 и 1531 серии), ОУ общего назначения и дискретные элементы.

И контроллер был разработан, макет построен (и даже работал! ☺), но к тому времени, когда надо было переводить его на более “удобоваримую” элементную базу, жизненная необходимость в таком сварочном аппарате потеряла свою актуальность. А потом появились дешевые китайские инверторы на “косом мосте”, для которых эта проблема не существует по определению... Но опыт-то все-таки был наработан, хоть и остался невостребованным.

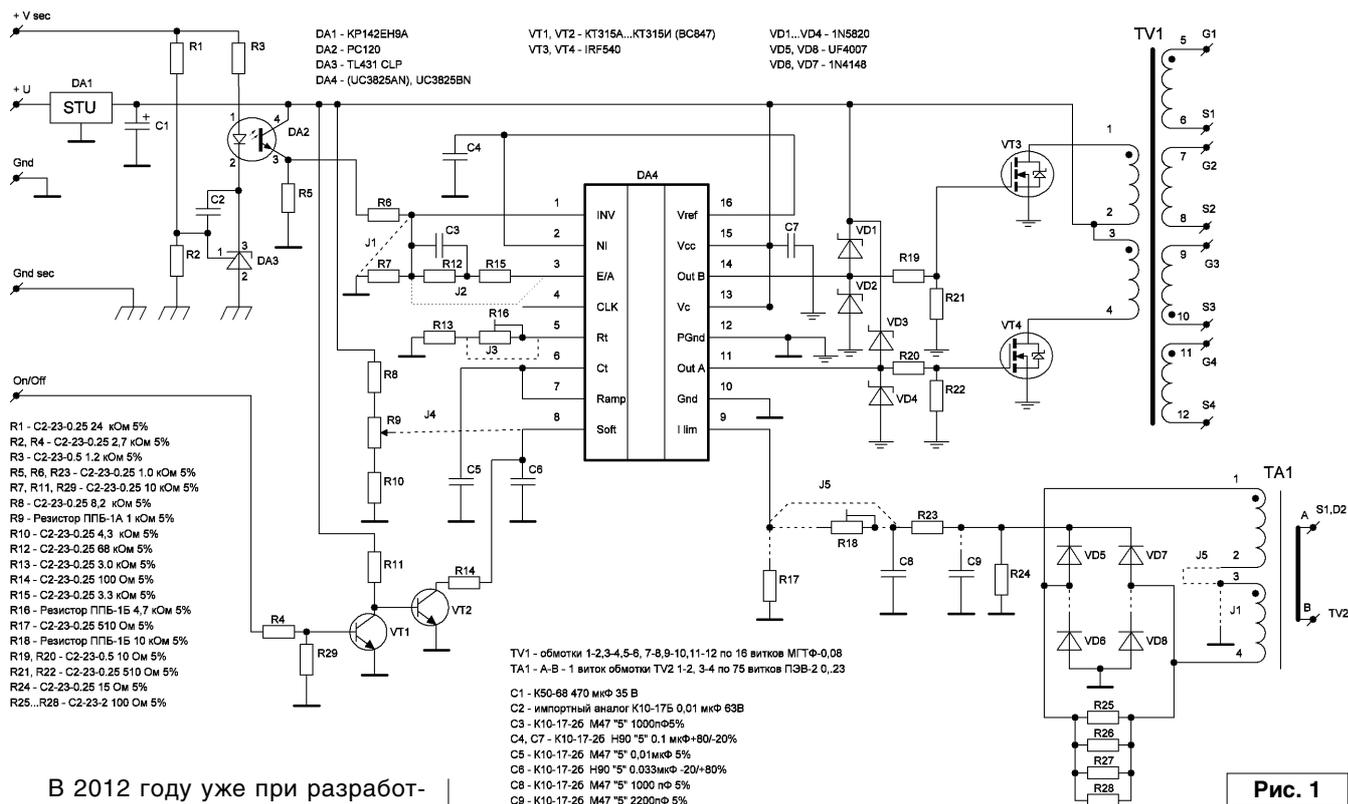


Рис. 1

В 2012 году уже при разработке 350 Вт конвертера 9,8...28 В бортсети в стабильное напряжение 72...80 В для питания драйвера шагового двигателя [6] тоже возникла задача защиты ключевых элементов преобразователей.

Тогда мне и порекомендовали использовать в качестве контроллера микросхему UC3825, к тому же обладавшую способностью для внутрикклювого ограничения тока [7]. Правда, мне сказали еще, что она довольно критична к разводке печатной платы, с одной стороны, а с другой – это то, что ее “на раз” на любом рынке не найдешь.

В тот момент проблема была решена с использованием “знаменитого” контроллера ШИМ TL494 с “триггерной” защитой (“без возврата”), срабатывавшей от датчика тока на основе датчика Холла, помещенного в зазор разрезанного ферритового кольца, через которое проходил питающий ток.

Но “ложечки-то нашлись, но осадочек-то остался...”.

И вот при разработке ТВЧ установке пазл сошелся. И самостоятельная разработка ШИМ контроллера (для сварочника), и изучение datasheet UC3825 – все оказалось востребованным. В результате был

разработан “универсальный” контроллер с ШИМ на основе UC3825 с вариантами применения как в блоках питания (с гальванической развязкой от стабилизируемого напряжения на оптроне и источником опорного напряжения на завоевавшей популярность TL 431), так и в качестве задающего генератора для ТВЧ установки.

Схема и спецификация такой “универсальной” схемы приведены на рис. 1. Учитывая “капризность” UC3825 к разводке платы, о чем

предупреждал datasheet, было бы неразумно, чтобы “пропал мой скорбный труд”, и для “универсальной” схемы была разработана также “универсальная” печатная плата, в которой были учтены все тонкости, предъявляемые к UC3825. Чертеж платы приведен на рис. 2.

Плата была разработана в точном соответствии с datasheet на UC3825 от Texas Instruments (Unitrode Products) (стр. 5) с применением ground plane земли. Вторая сторона (при двусторонней плате) используется как

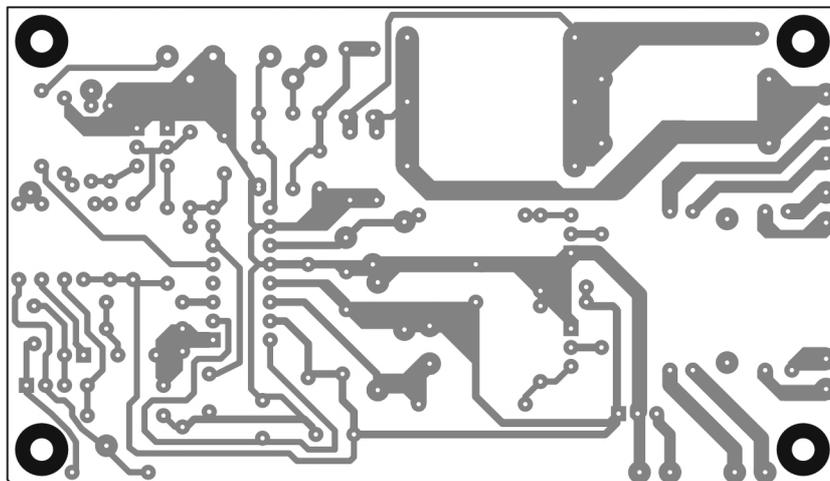


Рис. 2

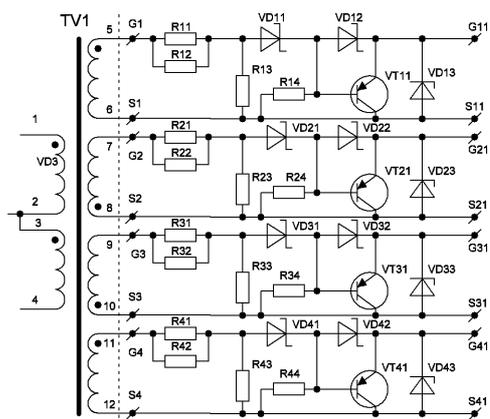


Рис. 3

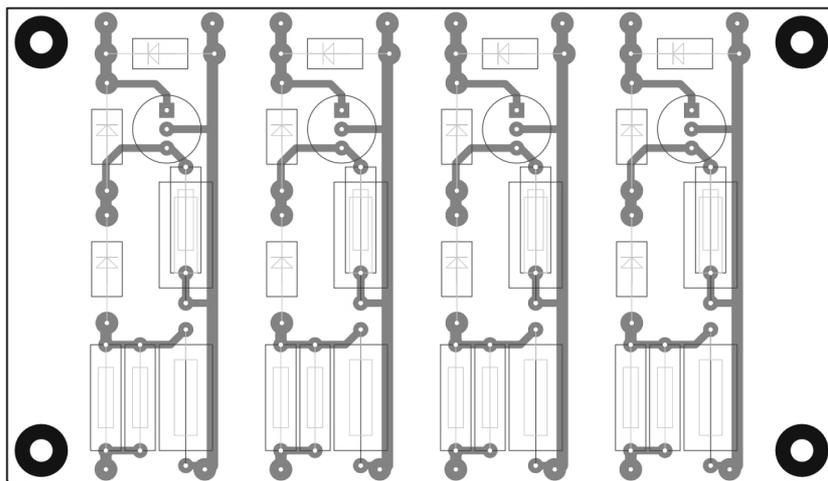


Рис. 4

земля (ground plane). Выводы элементов, соединенных с землей на противоположной стороне (которая и показана на **рис. 2**) соединяются с той самой ground plane, а остальные выводы отизолированы от ground plane посредством зенковки отверстий. В самых ответственных и/или высокочастотных случаях настоятельно рекомендуется поступить именно так. В менее ответственных случаях допустима и односторонняя плата, изображенная на **рис. 2**, без использования второго слоя в качестве ground plane. Но тоже работает...

Можно было бы, конечно, “ходить с бубей”, т.е. обратиться к первоисточнику, такому как [7], но не исключено, что были бы сделаны неочевидные ошибки при разработке обвязки. Поэтому было вполне логично

поискать уже готовое решение и адаптировать его для своих нужд. Первое, на что указал мне Google, было [8]. То есть, почти то, что мне и было нужно, да к тому же содержало решение проблем с MAX4420 (которых у Кухтецкого, как он сам писал, был неисчерпаемый источник ☺). В силовой части [8] использовались IGBT транзисторы, которые все-таки чуть “помедленнее”, чем MOSFETы, да и чуть менее доступны. Да и в двух плечах полумоста стоят конденсаторы (а как же без них?!), через которые и протекает ток ключей (а это порядка 27 А) и которые должны бы были быть предусмотрены для такого тока (и это при напряжении порядка 160...200 В). Но гораздо “кошернее” было бы ВООБЩЕ отказаться от конденсаторов и перейти к схеме моста, что и было

сделано в [9]. Но в схеме силовой части [8] последовательно с IGBT стоят быстродействующие диоды, которые блокируют сравнительно “медленные” встроенные диоды.

Хотя встроенные в MOSFET диоды могут быть значительно более скоростными, чем встроенные в IGBT транзисторы, но и те, и другие существенно уступают по быстродействию специальным “ультрабыстрым” диодам, например 15ETN06, которые автор и применял, например, в [10]. Таким образом, схема силовой части ключей полностью повторяет [10].

А цепи затворов были скомпиллированы из [8], [9], [11]. Дополнительные схемы контроллера для разряда цепей затворов приводится на **рис. 3**. Плата цепей разряда затворов приведена на **рис. 4**.

**Литература**

1. А.Е. Слухоцкий, С.Е. Рыскин. Индукторы для индукционного нагрева. - Л.: “Энергия”, 1974. - 264 с., с ил.
2. Ю.Д. Корягин, В.И. Филатов. Индукционная закалка сталей. Учебное пособие. - Челябинск, Изд-во ЮУрГУ, 2006. - 52 с.
3. С.В. Кухтецкий. Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева (часть 1, часть 2, часть 3). Институт химии и химической технологии, СО РАН, Красноярск. <http://www.icct.ru/sites/default/files/Invertor-01.pdf>; <http://www.icct.ru/sites/default/files/Invertor-02.pdf>; <http://www.icct.ru/sites/default/files/Invertor-07.pdf>
4. Простейший индукционный нагреватель. <http://vip-cxema.org/index.php/home/raznoe/104-prostejshij-induktsionnyj-nagrevatel>
5. А. Петров. Сварочный аппарат. “Радиолюбитель”, 1993, №5, стр. 22-24.
6. С. Воронков. Шаговые двигатели и управление ими. “Радиолюбитель”, 2014, №6, стр. 8-13; №7, стр. 20-24.
7. High Speed PWM Controller. UC1825, UC2825, UC3825. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uc2825.pdf>
8. Полумост на UC3825. [http://whitearc.ru/devices/HBv4/half-bridge\\_v4.php](http://whitearc.ru/devices/HBv4/half-bridge_v4.php)
9. Мостовой инвертор на UC3825. Индукционный нагрев. [http://whitearc.ru/devices/FBv1/full-bridge\\_v1.php](http://whitearc.ru/devices/FBv1/full-bridge_v1.php)
10. С. Воронков. Технология организации участка гальваники. “Радиолюбитель”, 2015, №10, стр. 51-59.
11. С. Воронков. Гальваническое наращивание проводников. “Радиолюбитель”, 2013, №7, стр. 53-56.

**Республиканская научно-техническая библиотека, один из крупнейших информационных центров Беларуси, предлагает специалистам ознакомиться с новыми изданиями и статьями.**

### РАДИОТЕХНИКА

**1. Белик, Б. В. Мониторинг подвижных источников радиоизлучений с бесстробовым отождествлением измерений / Б. В. Белик, В. С. Верба, В. И. Меркулов // Автоматизация и соврем. технологии. - 2017. - № 3. - С. 129-133. - (Системы и приборы управления). - Библиогр.: 6 назв.**

Рассмотрен алгоритм многообъектного сопровождения подвижных источников радиоизлучений с подвижного носителя с использованием бесстробовой идентификации измерений. Проведено исследование эффективности рассмотренного алгоритма.

**2. Борисов, Е. Г. Определение местоположения источников радиоизлучения пассивной двухпозиционной радиотехнической системой / Е. Г. Борисов, С. Г. Егоров, И. С. Мартмянов // Вопр. радиозлектроники. Серия: Общтехн. (ОТ). - 2017. - Вып. 1, № 1. - С. 15-20. - (Радиолокация и радионавигация). - Библиогр.: 14 назв.**

Проведен анализ способов определения местоположения источников радиоизлучения пассивной двухпозиционной радиотехнической системой без использования угломерной информации. Получены аналитические выражения для определения дальностей и прямоугольных координат применительно к различному составу вектора измеренных параметров. Проведен анализ точности измерения дальности разработанными способами.

**3. Головкин, А. А. Математическое и схемотехническое моделирование демодуляторов сигналов с угловой модуляцией и усилителей для вариантов включения согласующих комплексных четырехполюсников между источником сигнала и нелинейной частью / А. А. Головкин, В. А. Головкин, Н. А. Дружинина // Наукоем. технологии - 2017. - № 1. - С. 9-18. - (Математическое моделирование физико-технических систем). - Библиогр.: 6 назв.**

Определены взаимосвязи между элементами классической матрицы передачи включенных между источником сигнала и нелинейным элементом комплексных четырехполюсников, оптимальных по критерию обеспечения заданных зависимостей модуля и фазы передаточных функций демодуляторов сигналов с угловой модуляцией и усилителей от частоты. Получены оптимальные по выбранному критерию зависимости сопротивлений комплексных двухполюсников и математические модели квазиоптимальных двухполюсников, реализующих указанные характеристики в ограниченной полосе частот. Предложены кольцевые схемы демодуляторов и усилителей, удовлетворяющих выбранному критерию.

**4. Елисеев, А. В. Фильтрация информационного процесса в условиях параметрической неопределенности / А. В. Елисеев, С. Н. Овсянников, С. А. Пшеничный // Автоматизация и соврем. технологии. - 2017. - № 3. - С. 113-120. - (Современные технологии). - Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрена задача линейной фильтрации в условиях, когда модель информационного процесса известна с точностью до параметра. Предложено использовать экспертную систему, основанную на нечетких логических правилах вывода. Предложена структурная схема адаптивного фильтра. Приведены результаты численного моделирования.

**5. Малиничев, Д. М. Многофакторная имитационная модель обслуживания подвижных абонентов в мобильных системах связи / Д. М. Малиничев, Д. А. Резинин, А. О. Шорин // Радиотехника. - 2016. - № 5. - С. 121-126. - (Математические методы в радиотехнике). - Библиогр.: 10 назв.**

Показано, что при создании имитационной модели работы абонентов в сотовой сети возникает довольно обширный круг задач, относящихся к различным областям. Установлено, что значительная их часть относится к разработке адекватных вероятностно-статистических методов генерации состояний и переходов. Предложено программное формирование статистики заданных законов и сбор конкретных результатов.

**6. Титков, Б. В. Сравнительный анализ радиотехнических методов обзора земной поверхности с помощью средств, установленных на летательных аппаратах / Б. В. Титков, А. П. Алешкин, О. Л. Полончик // Вопр. радиозлектроники. Серия: Общтехн. (ОТ). - 2017. - Вып. 1, № 1. - С. 21-27. - (Радиолокация и радионавигация). - Библиогр.: 3 назв.**

Представлен сравнительный анализ методов обзора подстилающей поверхности с помощью радиотехнических средств космического базирования. Анализ проведен с использованием компьютерного имитационного моделирования и результатов аналитических расчетов основных характеристик. Предложены пути повышения эффективности обзора земной поверхности. Сформулированы рекомендации по построению систем радиовидения.

**7. Программно-управляемые ключевые радиопередающие устройства / Н. В. Куликов [и др.] // Радиотехника. - 2016. - № 12. - С. 154-157. - (Работы сотрудников Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого). - Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрены принципы построения ключевых радиопередающих устройств большой мощности, которые нашли широкое применение в системах связи, наземной радионавигации и радиовещании. Отмечено, что стоимость и трудоемкость разработки усилители мощности данных радиопередающих устройств при всем разнообразии технических характеристик и параметров можно было бы заметно снизить на основе использования унифицированных технологических отработанных решений.

### ЭЛЕКТРОНИКА

**1. Амачиев, Л. А. Описание применения языка запросов Structured Query Language (SQL) при создании базы данных об изготавливаемых электронных изделиях / Л. А. Амачиев, А. Н. Феофанов // Технология машиностроения. - 2017. - № 2. - С. 54-57. - (Математическое моделирование, численные методы, комплексы программ). - Библиогр.: 7 назв.**

Представлено сравнение предложенного метода идентификации печатных плат с текущими аналогами. Отмечена необходимость применения описанного способа обработки данных протокола, полученного на АТО.

**2. Бержерон, Д. Оптимизация влияния шума источников питания и джиттера синхросигналов на фазовый шум высокоскоростных ЦАП / Д. Бержерон // Электрон. компоненты. - 2017. - № 4. - С. 42-48. - (АЦП и ЦАП). - Библиогр.: 2 назв.**

Рассматривается проблема соотношения сигнал/шум при проектировании электроники. Представлено решение проблемы фазового шума высокоскоростных цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) с помощью количественного анализа его составляющих. Рассмотрена методология, которая позволяет точно прогнозировать уровень фазовых шумов и получить достоверные результаты.

**3. Дорбышев, С. Особенности использования LDO-регуляторов в чувствительных к шумам цепях / С. Дорбышев // Электрон. компоненты. - 2017. - № 4. - С. 32-35. - (Источники и модули питания). - Библиогр.: 3 назв.**

Представлена информация о спектральной плотности шума и коэффициенте ослабления пульсаций. Рассмотрены параметры, от которых зависят эти величины. Даны рекомендации по их улучшению.

**4. Краснов, С. Установка развязывающих конденсаторов в схемах распределенного питания / С. Краснов // Электрон. компоненты. - 2017. - № 3. - С. 7-9. - (Топология печатных плат). - Библиогр.: 3 назв.**

Указано, что постоянное увеличение тактовой частоты цифровых устройств и преобразователей напряжения создает определенные трудности при проектировании печатных плат. Для устранения нежелательных помех, предложено тщательно подбирать величину емкости развязывающих конденсаторов, корпуса, соблюдать правила монтажа и трассировки. Индуктивная характеристика конденсаторов на высоких частотах ограничивает эффективность схем разводки электропитания. Представлены рекомендации, позволяющие обойти эти ограничения.

**5. Методология проектирования и производства отечественной высокопроизводительной гетерогенной вычислительной платформы в рамках импортозамещения / Л. Д. Баранов [и др.] // Вопр. радиоэлектроники. Сер.: Электрон. вычисл. техника (ЭВТ). - 2017. - Вып. 1, № 2. - С. 14-21. - (Структура ЭВМ и программное моделирование). - Библиогр.: 6 назв.**

Рассмотрены особенности проектирования и производства российской высокопроизводительной гетерогенной платформы в рамках импортозамещения. Представлены методы проектирования таких платформ и возможности их использования в электронике.

**6. Паллонс, М. Использование 8-разрядных микроконтроллеров в светодиодных драйверах / М. Паллонс // Электрон. компоненты. - 2017. - № 3. - С. 60-63. - (Микроконтроллеры и микропроцессоры).**

Рассмотрен вариант построения светодиодного драйвера с помощью 8-разрядного микроконтроллера. Перечислены основные проблемы, возникающие при использовании традиционных драйверов, и показаны способы их решения с помощью микроконтроллера. Указано, что светодиодный драйвер базируется, главным образом, на модулях независимой от ядра периферии.

**7. Устройство разделения падающих и отраженных импульсных сигналов нано- и пикосекундной длительности / В. Н. Федоров [и др.] // Приборы и техника эксперимента. - 2017. - № 1. - С. 64-67. - (Электроника и радиотехника). - Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрено устройство, предназначенное для разделения падающих и отраженных от произвольной нагрузки импульсных сигналов на основе двойного направленного сверхширокополосного моста. Приведены экспериментальные результаты исследования устройства с помощью электрических импульсов пикосекундной (40 пс) и наносекундной (10 нс) длительности.

## Издания не продаются!

Ознакомиться с предложенными изданиями можно в читальных залах Республиканской научно-технической библиотеки и ее областных филиалах.

Библиотека также оказывает дополнительные услуги по копированию и сканированию фрагментов документов, записи на дискету, CD-ROM, флэш-карту и др.

Более подробную информацию о режиме работы и услугах можно получить по адресу:

220004, г. Минск, проспект Победителей, 7, РНТБ, тел. 203-31-00,

<http://www.rlst.org.by>, e-mail: [rlst@rlst.org.by](mailto:rlst@rlst.org.by).

## КПО

Для публикации бесплатных объявлений **некоммерческого характера** о покупке и продаже радиолюбительской литературы, приборов, радиодеталей, их текст можно присылать в письме по адресу: **РБ, 220015, г. Минск-15, а/я 2**, на адрес электронной почты [rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com) или продиктовать по телефону **(+375-17) 231-70-86** с 10.00 до 18.00.

**Предлагаю БЕСПЛАТНО** схемы двух медицинских домашних приборов:

- для обезболивания "ЛЕНАР";

- для спортивной медицины "МИОН".

Skype: [vm100albert@outlook.com](mailto:vm100albert@outlook.com)

E-mail: [autobaza10@yandex.ru](mailto:autobaza10@yandex.ru)

**Продаю** оптом всю свою коллекцию радиолюбительских деталей, аппаратуру, журналы и прочее. Подробности по

**Тел. МТС +375 29 803 32 77, Александр.**

**Продаю:**

- осциллограф С-68;

- лампы: ГУ-36Б с панелями, ГУ-500, импульсные ИФК-120, СШ-5, линейные ИН-9, индикаторы ИН-13;

- силовой трансформатор от "Симфония-2" (новый);

- выходные трансформаторы от "Симфония-2" (новые);

- мегаомметр М4100-4 (1000 вольт);

- измерительные головки: к АВО Ц-20 (новая), к Е6-6, М262М (1 мА - 100 мкА);

- МКАметр 4МШ (1944 г.в.);

- часы механические 119ЧС-М3;

- мост измерительный ММВ (0,05 Ом - 15 кОм);

- радиоприемники (МП-64, Р-7, Р-105м).

**Тел.: +375 29 76-706-30 (МТС),**

**Казимир, г. Минск.**

**Куплю или обменяю** датчик радиоактивности СТС-5 (в кол. 5 штук); схему осциллографа С1-68.

**Тел.: +375 29 612-34-94 (velcom).**

**г. Минск, Константин.**

**Куплю** фильтр ФП2П4-410.

**Тел.: +375 33 350-14-04, Александр.**

E-mail: [09860000@mail.ru](mailto:09860000@mail.ru)

**Продаю** приборы БУП-2, вольтметр тока 4 А, б/у, раб.

**Тел.: +375 44 460-86-32 (Велком);**

**Viber: +375256152604;**

**Skype: alesha491767 popovich.**

**Меняю** американский войсковой гетеродинамный волномер, выпуск 1944 г., на советский батарейный радиоприемник прямого усиления БИ-234 со своими лампами.

E-mail: [visage.theatre@gmail.com](mailto:visage.theatre@gmail.com)

**Куплю** Ц4353 в неисправном состоянии (нужен корпус).

**Тел.: +375 33 635-29-13 (МТС)**

**Николай, EW2NS, г. Борисов.**

**Куплю** головку звукоснимателя ГЗК-661, 5 шт.

**Тел.: +375 29 709-08-89, +375 29 140-51-50.**

**Александр, Гродненская обл.**

Республика Беларусь,  
220015, г. Минск-15, а/я 2  
rl@radioliga.com  
www.radioliga.com

## Подписка - 2018

Подписку можно оформить в любом почтовом отделении по месту жительства. Возможно произвести подписку, начиная с любого месяца.

### В почтовых отделениях

Читатели **Беларуси** могут подписаться на журнал по каталогам:

“Белпочта” (подписной индекс – **74996**);

“Белсоюзпечать” (подписной индекс – **74996**).

Читатели **России** могут подписаться на журнал по каталогам:

“Роспечать” (подписной индекс – **74996**);

ООО “Северо-Западное Агентство «Прессинформ»”, “ООО “Информнаука”, ЗАО МК-Периодика”, ГК “Урал-Пресс” (подписной индекс – **74996**).

Читатели стран **ближнего и дальнего зарубежья** могут подписаться на журнал по своим национальным каталогам: ГП “Пресса” (Украина), АО “Летувос паштас” (Литва), ООО “Подписное агентство PKS” (Латвия), ГП “Пошта Молдовей” (Молдова), Фирма “INDEX” (Болгария), Kuschnerov EASTUROBOOKS (Германия) (подписной индекс – **74996**).

### Из редакции

Приобрести имеющиеся в наличии отдельные номера журнала, а также подписаться на любой период, можно через редакцию.

Для этого нужно перевести на наш расчетный счет соответствующую сумму, на бланке перевода очень четко написать свой почтовый индекс, полный адрес, а также фамилию, имя и отчество полностью.

В графе “Для письменного сообщения” необходимо перечислить, какие конкретно номера журнала Вы заказываете.

При заказе номеров журналов, уже вышедших из печати, следует предварительно уточнить их наличие. Текущие цены приведены в таблице.

**Наложным платежом редакция журналы не высылает!**

Год, номера	Стоимость с пересылкой	
	Беларусь (белорусские рубли)	Международные отправления (эквивалент USD)
2005-2008	25	30,0
2009 (1 номер)	2,0	2,25
2010 (1 номер)	2,2	2,50
2011 (1 номер)	2,5	2,75
2012 (1 номер)	2,7	3,00
2013 (1 номер)	3,0	3,25
2014 (1 номер)	3,5	3,50
2015 (1 номер)	4,5	4,00
2016 (1 номер)	5,0	4,50
2017 (1 номер)	6,0	5,00

ПРИОБРЕТЕНИЕ ЖУРНАЛА В МАГАЗИНАХ:	
КНИГА XXI ВЕК	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 92
РУП БЕЛСООЗПЕЧАТЬ	
МАГАЗИН 401	УЛ. ЖУКОВСКОГО 5/1
МАГАЗИН 402	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 44
МАГАЗИН 403	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 74
МАГАЗИН 404	УЛ. ЛЕНИНА 15
МАГАЗИН 405	УЛ. ВАРВАШЕНИ 6/3
МАГАЗИН 406	УЛ. ЗАПОРОЖСКАЯ 22 УЛ. ФИЛИМОНОВА 1
МАГАЗИН 407	УЛ. Я.КОЛОСА 67
МАГАЗИН 408	УЛ. СУРГАНОВА 40
МАГАЗИН 409	ПР. РОКОССОВСКОГО 140
МАГАЗИН 410	БУЛ-Р ШЕВЧЕНКО 7
МАГАЗИН 411	ПР. ПУШКИНА 77
МАГАЗИН 412	УЛ. КИЖЕВАТОВА 80/1
МАГАЗИН 413	УЛ. КАЛИНОВСКОГО 82/2
МАГАЗИН 414	УЛ. К.МАРКСА 6 УЛ. ВОЛОДАРСКОГО 22
МАГАЗИН 415	УЛ. М.ТАНКА 16
МАГАЗИН 416	УЛ. В.ХОРУЖЕЙ 24 К.2
МАГАЗИН 417	УЛ. НЕКРАСОВА 35
МАГАЗИН 418	ПЛ. ПОБЕДЫ, ПЕРЕХОД МЕТРО
МАГАЗИН 419	ПР. ПОБЕДИТЕЛЕЙ 51/1
МАГАЗИН 420	УЛ. ЕСЕНИНА 16
МАГАЗИН 421	СТ. МЕТРО ПУШКИНСКАЯ
МАГАЗИН 422	УЛ. ИЛИМСКАЯ 10-2
МАГАЗИН 423	УЛ. СЛАВИНСКОГО 37/А
МАГАЗИН 424	УЛ. ЖИЛУНОВИЧА 31
МАГАЗИН 425	УЛ. К.МАРКСА 21
МАГАЗИН 426	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 113
МАГАЗИН 427	УЛ. ВОЛОДАРСКОГО 16
МАГАЗИН 428	УЛ. ВОЛГОГРАДСКАЯ 23

### Электронный архив

Для получения архива **жителям Беларуси** нужно перевести на наш расчетный счет 29,9 руб, на бланке перевода очень четко написать свой почтовый индекс, полный адрес, а также фамилию, имя и отчество полностью.

В графе “Для письменного сообщения” необходимо написать “Архив”. Срок отправки – по перечислению.

Акция действительна в текущем году. Необходимое условие – сохранение подписных купонов на 2017-й год.

При отправке **копии купона** в редакцию укажите почтовый индекс, полный адрес, фамилию, имя и отчество полностью.

### Контактная информация

Более подробную информацию можно получить:

- по телефону в г. Минске **+375 17 231-70-86, +375 29 350-55-56, +375 29 509-55-56**.

- по E-mail: **rl@radioliga.com**

### Реквизиты

ИЧУП “Радиолига”, УНН 190549275, р/с BY68AKBB30120000363525100000, код 603, филиал №510

ОАО “АСБ Беларусбанк” г. Минска.

international journal of amateur and professional electronics

# радио

# любитель

№ 9

Сентябрь

2017

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

**АРУ** связного  
приемника

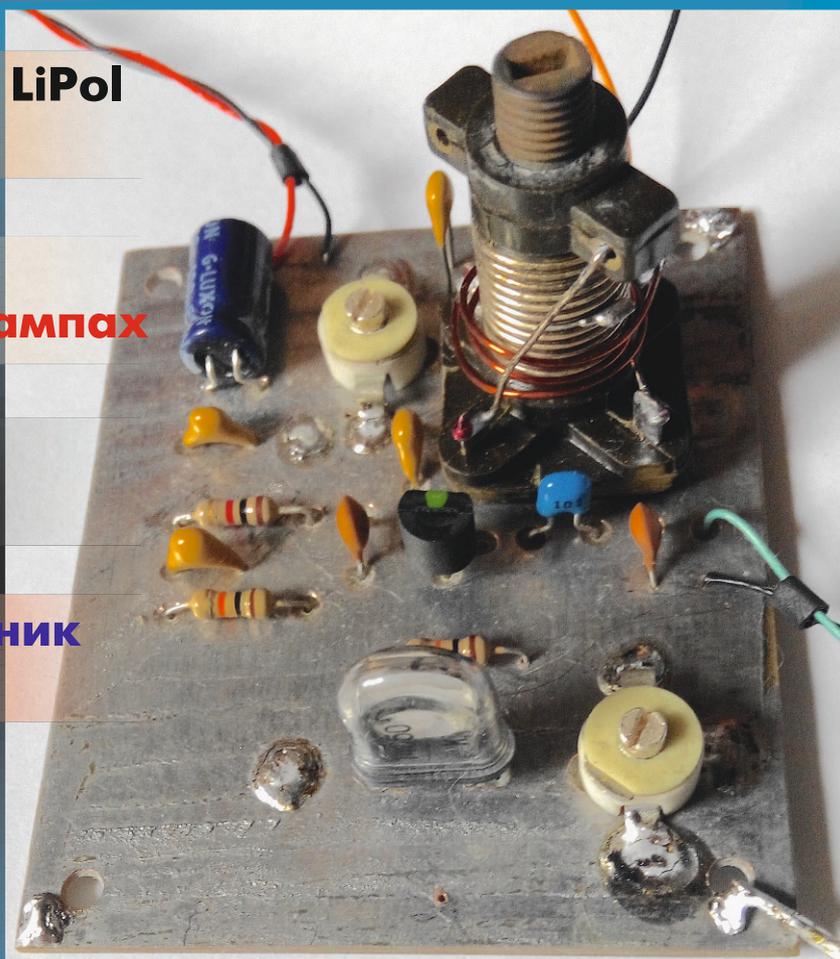
**“Лимонный”** передатчик:  
и на биполярном...

**Светильники** с Lilon и LiPol  
аккумуляторами

**Блок питания** на  
стержневых радиолампах

**Создание**  
ТВЧ установки

**Передатчик** и приемник  
Си-Би диапазона



ISSN 1994 - 3466



ПОДПИСКА - 2018

<http://www.radioliga.com>  
rl@radioliga.com