

# ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ НА БАЗЕ RGB СВЕТОДИОДОВ

Иван ЧЕБАН, Татьяна ШЕСТАКОВА, Сергей ГРИЦКОВ

Технический Университет Молдовы

***Abstract:** This work deals with the elaboration of the device of light effects based on RGB LEDs. Implementation of lighting effects is provided by AVR family microcontroller. The software developed for Windows, allows to change or extend the operating modes of this device. Such a development is applicable in the field of interior design, medicine and electronic advertising.*

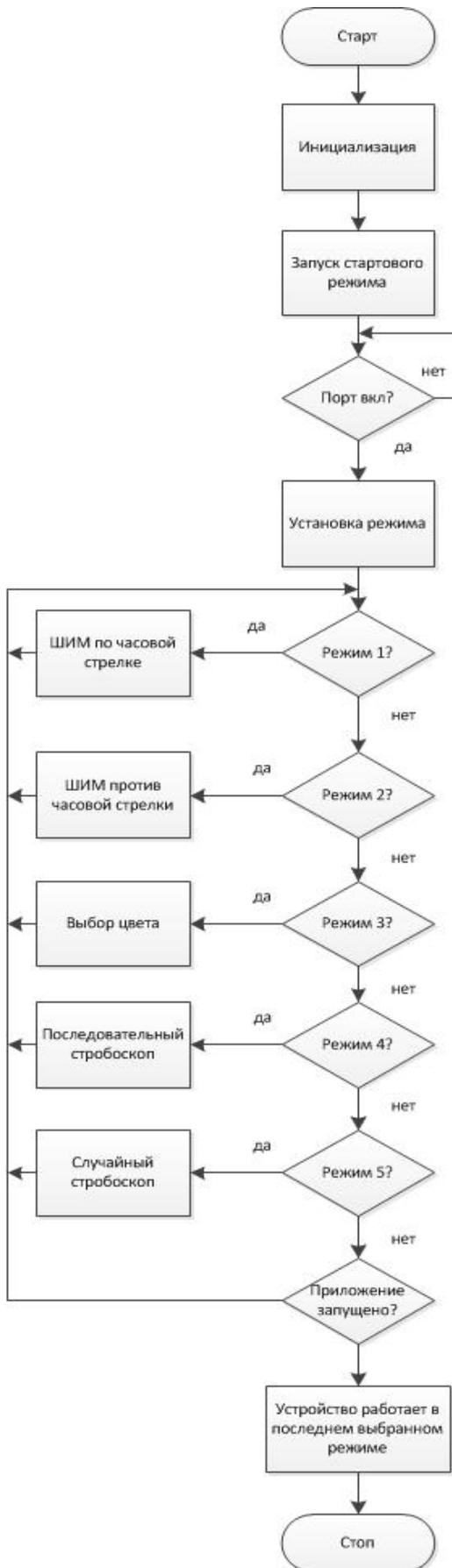
***Ключевые слова:** RGB светодиоды, микроконтроллер, USB – COM.*

## 1. Введение.

RGB индикаторы (светодиоды) это светодиоды, в которых одновременно расположены три кристалла - красного, зеленого и синего цвета. Посредством сочетания этих кристаллов получают полноцветные светодиоды, которые потенциально могут синтезировать любой оттенок. В декоративной подсветке и сувенирной продукции, RGB светодиоды имеют неоспоримые преимущества – малые размеры, большое количество синтезируемых цветов, низкие потребление и температура, высокий ресурс, все это выгодно отличает RGB светодиоды от других типов источников декоративного света.

Однако, они обладают также рядом недостатков. На практике, поддерживаемая RGB контроллерами градация тока, не позволит получить больше 16 777 216 оттенков в "цифре", а первоначальный дисбаланс цветности RGB светодиодов, вызванный невозможностью абсолютно точно подобрать идентичные кристаллы, может снизить число реально синтезируемых оттенков вплоть до 65 536. Идентичные кристаллы нужны для того, чтобы при прохождении через них одинакового тока результирующий цвет свечения был белым без оттенков, и не требовал корректировки управлением. Но основная проблема при использовании как полноцветных светодиодов, так и RGB сборок из дискретных светодиодов, заключается в поддержании неизменности выбранного оттенка в процессе эксплуатации. Возникает эта проблема из-за различий в скорости деградации кристаллов, обусловленных различиями в свойствах кристаллов и в условиях отвода тепла от различных участков общей теплоотводящей подложки. Применение качественных светодиодов отчасти решает данную проблему, но остается необходимость периодической коррекции управления. Полностью решить задачу можно только, используя схему автоматического баланса белого цвета.

## 2. Разработка алгоритма функционирования МП-устройства



### Описание алгоритма

Алгоритм функционирования МП-устройства представлен на рис.1. Изначально осуществляется инициализация устройства (установка драйверов). Затем питание подается на микроконтроллер и запускается стартовый режим работы устройства, который представляет собой плавный переход цветов по всему спектру (В ->G ->R) в течение 18 секунд. Далее пользователь запускает Windows приложение, при помощи которого, впоследствии и будет управлять устройством. Затем производится проверка на факт включения COM порта. Если «нет», ожидается выбор порта и его включение. Если «да», осуществляется переход к заданию режима индикации. После этого происходит проверка на факт активирования какого-либо из 5 режимов. В случае если ни один из режимов не запущен, проверяется, запущено ли приложение. Если «да» -> снова опрашиваются все режимы, если «нет» -> устройство продолжает работать в последнем режиме, заданном до закрытия приложения.

### 3. Разработка структурной схемы.

Описание структурной схемы.

В устройстве главным компонентом является микроконтроллер, который осуществляет управление индикацией светодиодов (режим индикации, интервалы времени, переключение между режимами). Преобразователь USB-UART обеспечивает преобразование сигнала, полученного через USB порт в последовательный вид для его дальнейшей передачи на микроконтроллер. PLD разъем используется для подключения устройства к программатору и прошивки микропроцессора. Набор из 5ти RGB светодиодов является активным элементом индикации, который управляется микроконтроллером. Структурная схема функционирования устройства представлена на рис.2, а схема электрическая принципиальная устройства – на рис.3.

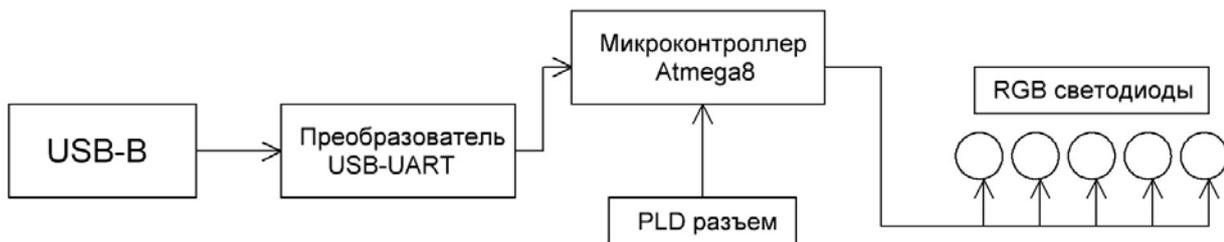


Рис 2. Структурная схема функционирования устройства.

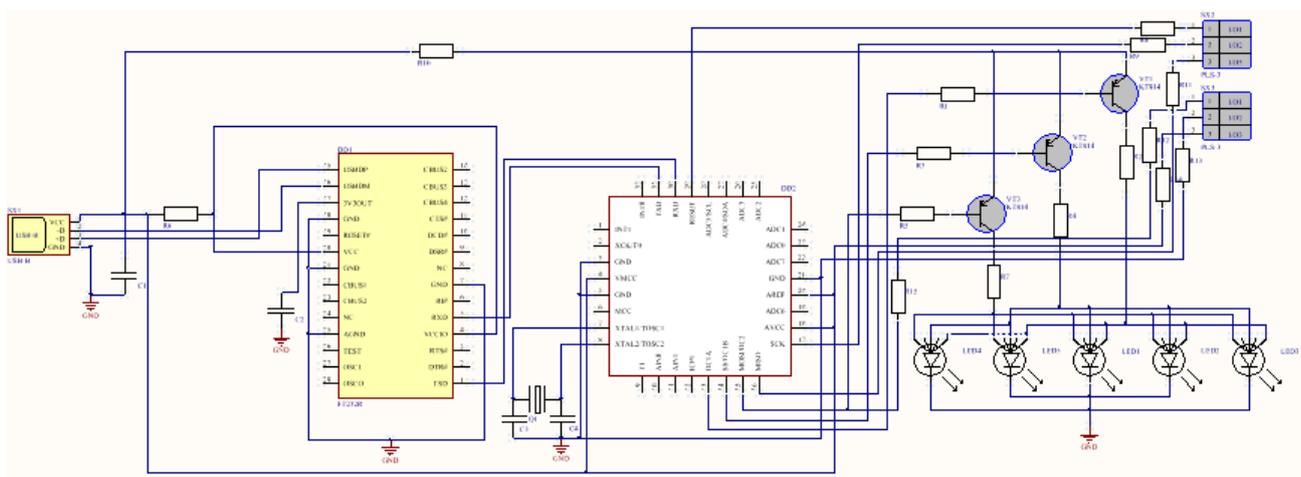


Рис 3. Электрическая принципиальная схема.

#### 4. Разработка программного обеспечения

Для создания Windows приложения была использована среда объектно-ориентированного программирования BorlandDelphi 7.

При подключении устройства к USB порту компьютера на устройства подается питание (5 В) и инициализируется микроконтроллер, в котором, в свою очередь, активируется стартовый режим (плавное перетекание цветов по всему спектру). Далее после запуска Windows приложения пользователь получает возможность управлять устройством напрямую с компьютера. Управление состоит из двух частей: активация COM порта и задание режима индикации.

COM порт устанавливается при помощи нажатия кнопки «Port», а затем «Settings» (рис.4). Далее из выпадающего списка выбирается требуемый порт и нажимается кнопка «Ок».

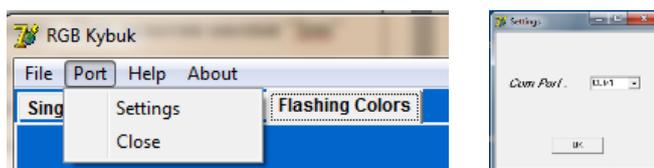


Рис 4. Активирование COM порта.

После ее нажатия включится выбранный порт, об этом будет свидетельствовать небольшой квадрат в правом верхнем углу приложения, который окрасится в светло зеленый цвет, а над ним будет написан номер активированного порта.

Далее следует непосредственное задание режимов индикации в соответствующих вкладках приложения. Устройство предоставляет возможность установить 5 различных режимов:

- ✓ Single Color
- ✓ Multi-Color
  - Clockwise
  - Counterclockwise
- ✓ Flashing Colors
  - In series
  - Random

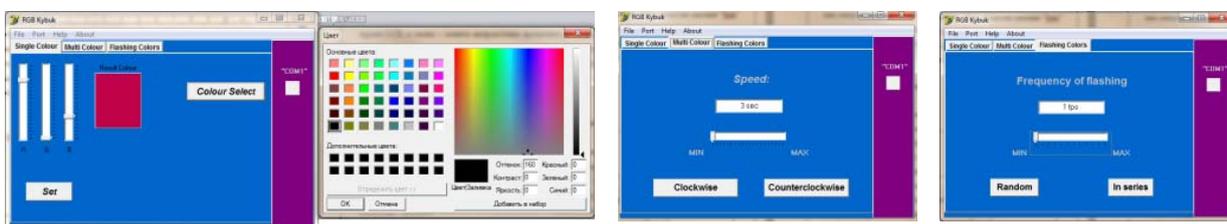


Рис 5. Выбор режима.

- 1) SingleColor представляет из себя режим в котором пользователю дается возможность задать устройству любой цвет, используя для этого 3 специальных ползунка, которые отвечают за 3 основных цвета: R-красный, G-зеленый и B-синий соответственно. После выбора цвета необходимо нажать кнопку «Set» для отправки управляющего байта (0b11001100).
- 2) Multi-Color представляет из себя режим, в котором пользователю дается возможность задать направление перетекания цветов из одного в другой. Кроме того, помимо направления можно

менять период, в течение которого произойдет полный цикл, то есть время, за которое, к примеру, начав с красного цвета устройство снова вернется к красному. Данный интервал времени принимает значения в диапазоне от 3 до 60 секунд. За выбор направления перетекания цветов отвечают две кнопки: «Clockwise» и «Counterclockwise», при нажатии на которые отправляется байт управления (0b10101010 и 0b10111011 соответственно), который при попадании в микроконтроллер активирует данный режим работы.

- 3) FlashingColors представляет собой режим, при котором предлагается использовать устройство в качестве стробоскопа. Другими словами, индикация представляет собой попеременное включение различных цветов с заданной частотой. Частота может варьироваться пользователем при помощи ползунка в пределах от 1 до 12 вспышек в секунду. Этот режим, как и предыдущий, так же состоит из двух составляющих: последовательная смена (Inseries) цветов и случайная (Random). При нажатии кнопки «Random» на микроконтроллер отправляется управляющий байт 0b11101110, а при нажатии «Inseries» - отправляется 0b11011101. После получения микроконтроллером управляющего байта он переходит к той части программы, которая отвечает за выбранный режим, и продолжает работать в этом режиме до получения следующего байта. На рис.4 приведены примеры программного кода на Delphi и на C++ соответственно.

```

// считывание данных с ползунка и их отображение
procedure TForm1.TrackBar5Change(Sender: TObject);
begin
  Edit2.Text:= IntToStr(TrackBar5.Position)+ 'fps';
  PosSecFlash:=130-10*TrackBar5.Position;
end;

// отправка управляющего байта 0xDD (In series)
procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
  if (hCOM=0) or (hCOM=INVALID_HANDLE_VALUE) then exit;
  PurgeComm(hCOMPURGE_RXCLEAR);
  xb:= $DD;
  WriteFile(hCOM,xb,1,xn,@StrOvr);

  if (hCOM=0) or (hCOM=INVALID_HANDLE_VALUE) then exit;
  PurgeComm(hCOMPURGE_RXCLEAR);
  xb:=PosSecFlash;
  WriteFile(hCOM,xb,1,xn,@StrOvr);
end;

// Прерывание по совпадению T1 с OCR1A (частота прерываний - 5 Гц)
interrupt [USART_RXC] void RX_Complete (void)
{
  x = UDR;
  // проверка на связь с компьютером. Проверяется доставка управляющего байта
  if ((x==0b10101010)||(x==0b10111011)||(x==0b110011100)||(x==0b110111011)||(x==0b111011110)||(x==0b111111111))
  {
    y2 = x;
    sound:=0;
    goto Exit;
  }
  // установка флага для режима Multi-Color Clockwise
  if (y2==0b10101010)
  {
    RGB_pause=x;
    y2 = 0;
    fl=0;
  }
  // установка флага для режима Multi-Color Counterclockwise
  if (y2==0b10111011)
  {
    RGB_pause=x;
    y2 = 0;
    fl=1;
  }
}

```

Рис 4. Примеры программного кода на Delphi и на C++.

На рис.5 и рис.6 представлены печатная плата устройства и его внешний вид.

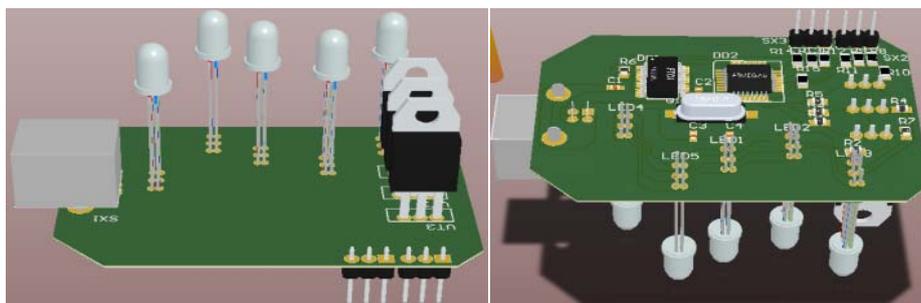


Рис 5. Печатная плата устройства с установленными элементами.



Рис 6. Внешний вид реального устройства.

## 5. Заключение

Данное устройство представляет собой куб из оргстекла с гранью длиной 80 мм, внутри которого находится печатная плата со всеми необходимыми элементами управления и непосредственно с элементами индикации – 5 RGB светодиодов. На плате расположен USB порт для осуществления связи устройства с компьютером. Подобное изделие может найти широкое применение в дизайне интерьера и экстерьера, в рекламе, а также в медицинских целях, поскольку уже доказано, что цвет влияет на психологическое состояние человека, с его помощью можно избавиться от различных психологических проблем (фобий, страхов, депрессий и пр.). Таким образом, при помощи этого устройства можно корректировать собственное настроение и состояние нервной системы человека. Применение светодиодов обусловлено их широким распространением, невысокой стоимостью, маленькими габаритами, долговечностью, а так же экономичностью. Вся элементная база состоит из легкодоступных и недорогих радиоэлементов, что значительно упрощает сборку и снижает стоимость устройства.

### Библиография

1. А.В.Евстифеев. *Микроконтроллеры AVR семейства Mega фирмы «ATMEL»*. Руководство пользователя: Издательский дом «Додэка-XXI», Москва, 2007, с.58-126.
2. Ю.А. Шпак. *Программирование на языке C++ для AVR и PIC микроконтроллеров*: «МК-Пресс», Киев, 2006, с.87-132.
3. Д. Мортон. *Микроконтроллеры AVR*. Вводный курс, перевод с англ.: Издательский дом «Додэка-XXI», Москва, 2006, с. 140-185.
4. Ревич Ю. *Нестандартные приемы программирования на Delphi*: Санкт-Петербург, 2005, с.65-278.
5. Справочник «*Светодиоды и излучающие диоды*»: <http://www.pcb.spb.ru/sprav/diod/>.