

Данилов Олег Евгеньевич

Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики, теории и методики обучения информатике, ФГБОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г.Короленко».



## Цифровой вольтметр для учебных измерений

В статье приводится алгоритм создания программы для компьютерного вольтметра на базе микросхемы TLC1549 в среде Lazarus. Предлагаемое программное обеспечение позволит использовать вольтметр, подключая его к современным компьютерам с любой операционной системой семейства Windows и к компьютерам, не имеющим физического COM-порта.

Во времена цифровых технологий невозможно представить экспериментатора, не вооружённого современным цифровым измерителем! Первым таким прибором для вас может стать цифровой вольтметр. Учебные измерения постоянных напряжений от 0

до 5 В можно проводить с помощью 10-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП), описанного в книге Патрика Гёлля [1, с. 17 – 22]. Принципиальная схема такого вольтметра-АЦП с небольшими изменениями изображена на рис. 1.

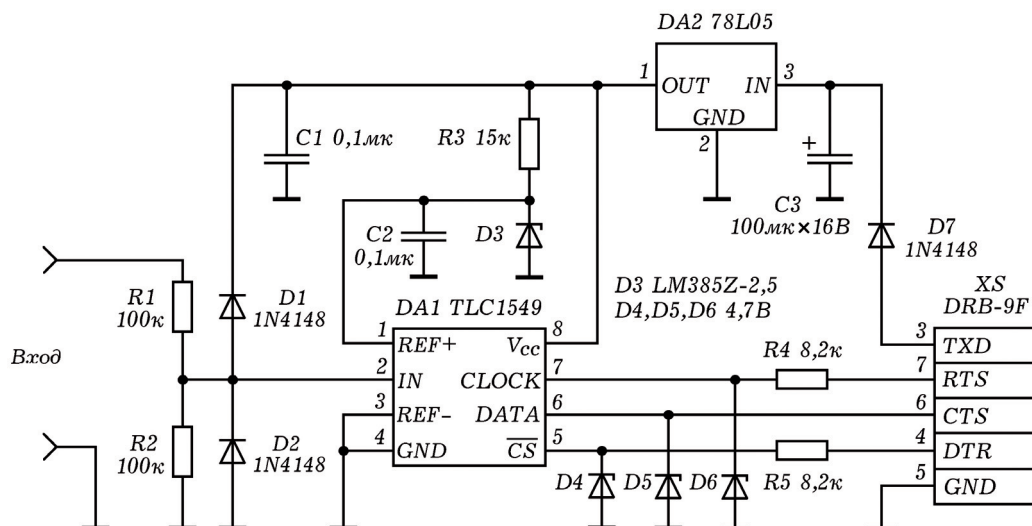


Рис. 1

Вольтметр подключается к COM-порту компьютера, как и большинство подобных измерительных приборов. Компьютер в данном случае выполняет роль показывающего (или визуализирующего) устройства. В книге приводится описание программного обеспечения прибора на языке Паскаль, нормальное функционирование которого возможно лишь в операционной системе MS-DOS. Книга является очень популярной среди начинающих радиолюбителей, и многие из них уже собрали это устройство. При этом они столкнулись с определёнными трудностями, которые заключаются в том, что их компьютер не имеет физического COM-порта (имеется только USB-шина!) и на нём установлена операционная система Windows. А это значит, что представленное в книге программное обеспечение использовать в современных условиях невозможно, если у вас нет очень древнего компьютера с COM-портом и не менее древней операционной системы MS-DOS! Таким образом, прибор становится бесполезным, хотя его характеристики вполне приемлемы для проведения достаточно точных (погрешность около 0,005 В) и «быстрых» цифровых измерений напряжения в домашних условиях и в условиях школьного кабинета физики. Принципиальная схема вольтметра не очень сложна, его самостоятельное изготовление не требует больших капиталовложений. С ним можно провести много интересных компьютерных опытов в школе или удивить своих друзей возможностями домашней компьютерной лаборатории.

Нами предлагается простая компьютерная программа, написанная в среде программирования Lazarus и позволяющая подключать описанный выше прибор к современным компьютерам с операционными системами семейства Windows. В статье мы не будем объяснять назначе-

ние всех операторов и команд программы, так как, возможно, физику-экспериментатору это не совсем и нужно. Тем не менее, нужно сказать, что программа является не очень сложной, и при желании в ней может разобраться даже начинающий программист. Если на компьютере отсутствует физический COM-порт, то вольтметр всё равно можно использовать, подключая его через адаптер USB-COM. Для этого на компьютере предварительно должен быть установлен драйвер виртуального COM-порта, как правило, поставляемый производителем в комплекте с самим адаптером. При подключении устройства через адаптер никаких изменений в предлагаемом программном обеспечении производить не требуется – оно будет точно таким же, как и при подключении вольтметра к физическому COM-порту компьютера.



Программа представляет собой минимальный набор операторов, необходимых для проведения цифровых измерений. Она может быть легко трансформирована разбирающимся в программировании пользователем в виртуальный цифровой осциллограф с возможностью вывода визуальной информации в виде осциллограмм на экран в режиме реального времени.

Кратко опишем алгоритм составления программы для компьютерного вольтметра.

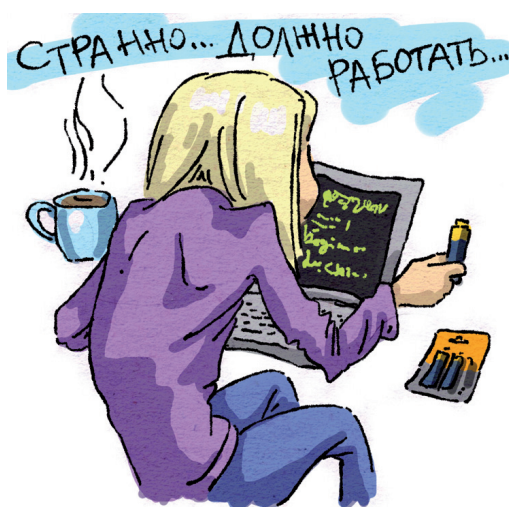
1. Подключите АЦП к компьютеру.

2. Создайте новый проект типа Приложение в среде программирования Lazarus.

3. В вашем проекте должны быть подключены следующие стандартные модули: Windows, Messages, Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls. Иными словами, необходимо добавить те модули, которые отсутствуют в начальном варианте программного кода, предлагаемого средой программирования (следует отметить, что некоторые из них, но не все, могут добавляться средой программирования автоматически при составлении вами программы).

4. Включите в текст программы константы Bit = 10 (разрядность АЦП), Denominator = 1024 (разрешение АЦП, или максимальное количество значений измеряемой ве-

личины) в блок const, а также переменные Value типа Real (измеряемая величина в нашем случае – это электрическое напряжение), hCom типа THandle и InitCOM типа PAnsiChar в блок public.



5. Создайте элемент ComboBox1.

6. Сопоставьте событию OnChange этого элемента процедуру TForm1.ComboBox1Change, текст которой приведён ниже:

```
procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);  
begin  
    InitCom := PChar(ComboBox1.Text);  
    OpenCOMPort;  
end;
```

7. Добавьте в программу процедуру TForm1.Begining, отвечающую за поиск существующих на

данном компьютере COM-портов, начиная с порта с номером 1 и заканчивая портом с номером 9:

```
procedure TForm1.Begining;  
var i: Integer;  
begin  
    for i := 1 to 9 do  
        begin  
            hCOM := CreateFile(PChar('COM' + IntToStr(i)),  
                GENERIC_READ or GENERIC_WRITE, 0, nil, OPEN_EXISTING,  
                0, 0);  
            if hCOM = INVALID_HANDLE_VALUE then Continue;  
            ComboBox1.Items.Add('COM' + IntToStr(i));  
            CloseHandle(hCOM);  
        end;  
    end;  
end;
```

8. Добавьте в программу процедуру TForm1.OpenCOMPort, которая в случае отсутствия подключённого АЦП будет выдавать сообщение, показанное на рис. 2.

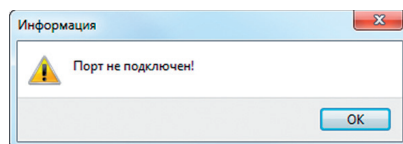


Рис. 2

```
procedure TForm1.OpenCOMPort;
begin
    if hCOM <> INVALID_HANDLE_VALUE then CloseHandle(hCOM);
    hCOM := INVALID_HANDLE_VALUE;
    hCOM := CreateFile(InitCOM, GENERIC_READ or
        GENERIC_WRITE, 0, nil, OPEN_EXISTING, 0, 0);
    if ComboBox1.Text = '' then
        Application.MessageBox(PChar('Порт не
            подключен!'), 'Информация', MB_ICONWARNING)
    else
        Application.MessageBox(PChar('Порт ' + ComboBox1.Text +
            ' подключен.'), 'Информация', MB_ICONINFORMATION);
    EscapeCommFunction(hCOM, SETBREAK);
end;
```

9. Добавьте процедуру TForm1.FormCreate. В инспекторе объектов данной процедуры сопоставьте событие OnCreate.

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    Begining;
    ComboBox1.ItemIndex := 0;
    InitCom := PChar(ComboBox1.Text);
    OpenCOMPort;
end;
```

10. Создайте процедуру TForm1.FormClose, сопоставив ей событие OnClose.

```
procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var CloseAction:
    TCloseAction);
begin
    CloseHandle(hCom);
end;
```

11. Скомпилируйте и запустите программу. Если при наборе текста программы вы не допустили ошибок, то увидите следующий результат. Программа найдёт все существующие на вашем компьютере COM-порты и активирует самый первый из них (с наименьшим номером). На экране появится первое окно с сообщением о том, что соответствующий порт подключен (рис. 3), а затем второе окно с

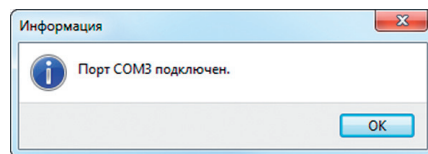


Рис. 3

элементом ComboBox1, с помощью которого можно будет переключать существующие на данном компьютере порты.

12. Теперь создайте на форме Form1 объект Label1.

13. Далее создайте элемент Timer1, свойство Interval которого установите равным 100. Таким образом мы задаём интервал времени, через который будут происхо-

дить измерения напряжения (100 мс или 0,1 с).

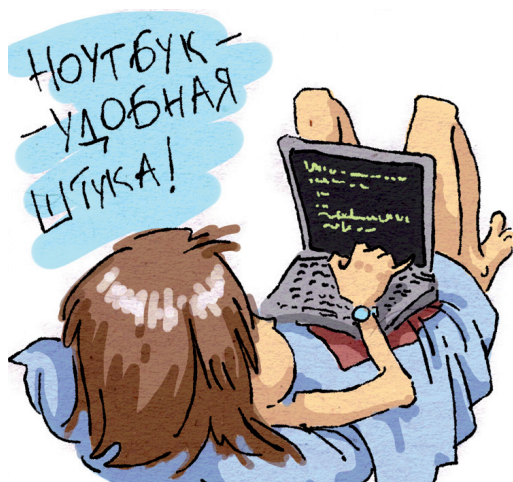
14. Добавьте процедуру TForm1.Timer1Timer, сопоставив её событию OnTimer объекта Timer1.

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);  
var ValueStr : string;  
begin  
    Value := 5 * ADC / Denominator;  
    ValueStr := Format(' %1.2f B ', [Value]);  
    Label1.Caption := ValueStr;  
end;
```

15. Создайте функцию ADC типа Word. Вид функции также

приведён ниже:

```
function TForm1.ADC: Word;  
var i : Byte;  
    CommStatus: DWord;  
begin  
    EscapeCommFunction(hCom, CLRDTR);  
    Result := 0;  
    for i := Bit - 1 downto 0 do  
        begin  
            EscapeCommFunction(hCom, SETRTS);  
            GetCommModemStatus(hCom, CommStatus);  
            if (CommStatus and MS_CTS_ON) <> 0 then Result :=  
                Result + (1 shl i);  
            EscapeCommFunction(hCom, CLRRTS);  
        end;  
    end;  
end;
```



Особое внимание обратите именно на эту функцию, она и осуществляет считывание сигнала на выходе АЦП.

16. Запустите программу. В окне формы должно появиться значение напряжения на входе АЦП. Меняя напряжение на входе с помощью обычной батарейки и потенциометра, убедитесь в том, что значения напряжения на входе АЦП изменяются, и вы наблюдаете это на экране (рис. 4). Всё отлично! Программа работает, а вы получили в пользование современный цифровой вольтметр, который станет вашим незаменимым

помощником при проведении физических опытов.

В заключении отметим, если вы будете использовать при написании программы среду программирования Lazarus версии 1.0, то в результате у вас получится текст компьютерной программы следующего содержания (в других версиях текст может незначительно отличаться).

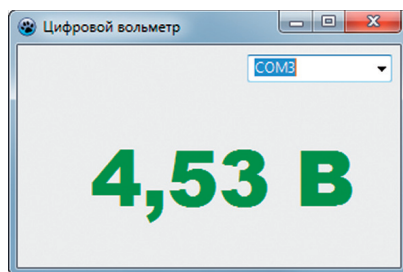


Рис. 4

```
unit Unit1;  
  
{$mode objfpc}{$H+}  
  
interface  
  
uses  
    Windows, Messages, Classes, SysUtils, FileUtil, Forms,  
    Controls, Graphics, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;  
  
type  
  
    { TForm1 }  
  
    TForm1 = class(TForm)  
        ComboBox1: TComboBox;  
        Label1: TLabel;  
        Timer1: TTimer;  
        procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);  
        procedure FormClose(Sender: TObject; var CloseAction:  
            TCloseAction);  
        procedure FormCreate(Sender: TObject);  
        procedure Timer1Timer(Sender: TObject);  
    private  
        { private declarations }  
        procedure Begining;  
        procedure OpenCOMPort;  
    public  
        { public declarations }  
        hCom : THandle;  
        InitCOM : PAnsiChar;  
        Value : Real;  
        function ADC: Word;  
    end;  
  
var  
    Form1: TForm1;  
  
implementation  
  
{$R *.lfm}
```

```
const
  Bit = 10;
  Denominator = 1024;

{ TForm1 }

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Begining;
  ComboBox1.ItemIndex := 0;
  InitCom := PChar(ComboBox1.Text);
  OpenCOMPort;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var ValueStr : string;
begin
  Value := 5 * ADC / Denominator;
  ValueStr := Format(' %1.2f B ', [Value]);
  Labell1.Caption := ValueStr;
end;

function TForm1.ADC: Word;
var i : Byte;
    CommStatus: DWord;
begin
  EscapeCommFunction(hCom, CLRDTTR);
  Result := 0;
  for i := Bit - 1 downto 0 do
    begin
      EscapeCommFunction(hCom, SETRTS);
      GetCommModemStatus(hCom, CommStatus);
      if (CommStatus and MS_CTS_ON) <> 0 then Result :=
        Result + (1 shl i);
      EscapeCommFunction(hCom, CLRRTS);
    end;
  end;

procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
  InitCom := PChar(ComboBox1.Text);
  OpenCOMPort;
end;

procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var CloseAction:
TCloseAction);
begin
  CloseHandle(hCom);
end;

procedure TForm1.Begining;
```

```
var i: Integer;  
begin  
  for i := 1 to 9 do  
    begin  
      hCOM := CreateFile(PChar('COM' + IntToStr(i)),  
        GENERIC_READ or GENERIC_WRITE, 0, nil, OPEN_EXISTING,  
        0, 0);  
      if hCOM = INVALID_HANDLE_VALUE then Continue;  
      ComboBox1.Items.Add('COM' + IntToStr(i));  
      CloseHandle(hCOM);  
    end;  
  end;  
  
procedure TForm1.OpenCOMPort;  
begin  
  if hCOM <> INVALID_HANDLE_VALUE then CloseHandle(hCOM);  
  hCOM := INVALID_HANDLE_VALUE;  
  hCOM := CreateFile(InitCOM, GENERIC_READ or GENERIC_WRITE,  
    0, nil, OPEN_EXISTING, 0, 0);  
  if ComboBox1.Text = '' then  
    Application.MessageBox(PChar('Порт не подключен!'),  
      'Информация', MB_ICONWARNING)  
  else  
    Application.MessageBox(PChar('Порт ' + ComboBox1.Text +  
      ' подключен.'), 'Информация', MB_ICONINFORMATION);  
  EscapeCommFunction(hCOM, SETBREAK);  
end;  
  
end.
```

## Литература

1. Гёльм П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс: Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 144 с.

**Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор**

## Блиц-ответы

- Для чего используют барометр?
- Чтобы узнать, какая сейчас стоит погода.

\*\*\*

- Зачем нужен молниеотвод?
- Чтобы молния не убежала от дождя.

\*\*\*

- Из чего образуется облако?
- Из тумана, возмнившего себя выше всех.

\*\*\*

- Что такое град?
- Свежезамороженный дождь.

\*\*\*

- Когда наступает наводнение?
- Когда река выходит из себя.