

УДК 004.2

## РЕАЛИЗАЦИЯ ОСЦИЛЛОГРАФА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ СЕМЕЙСТВА AVR

Миронов С.Ю., Дервянко Д.К., Цололо С.А.  
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»  
[sergey.mironov3112@yandex.ua](mailto:sergey.mironov3112@yandex.ua)

### Аннотация

*Миронов С.Ю., Дервянко Д.Ю., Цололо С.А. Реализация осциллографа на микроконтроллере семейства AVR. В работе предлагается реализация измерительного устройства осциллографа на основе микроконтроллера семейства AVR производства Atmel. В качестве средства формирования изображения используется жидкокристаллический дисплей производства WinStar. Выполнено моделирование и отладка схемы устройства в среде Proteus 7 Professional и полная реализация схемы в выбранном базисе.*

### Введение

Осциллограф – измерительный прибор для наблюдения зависимости между двумя или несколькими быстро меняющимися величинами (электрическими или преобразованными в электрические). Данный прибор широко используется для исследования электрических сигналов во временной области путем визуального наблюдения графика сигнала на экране, а также для измерения амплитудных и временных параметров сигнала по форме графика [1].

В настоящей работе предлагается реализация осциллографа на основе микроконтроллера ATmega32 семейства AVR производства Atmel. В качестве средства формирования изображения используется жидкокристаллический дисплей WG12864A производства WinStar. В реализованном устройстве диапазон измеряемых частот находится в пределах от 10Гц до 7кГц, диапазон напряжений – 0-5В для однополярного напряжения и от 2.5 до +2.5В для разнополярного.

### Микроконтроллер

В качестве центрального управляющего устройства в предлагаемом устройстве используется микроконтроллер (МК) ATmega32 семейства AVR производства Atmel [2]. В соответствии с определением, микроконтроллер – это микросхема (однокристалльный компьютер), который способен выполнять базовые команды в соответствии с программой, загруженной разработчиком. Выбор МК именно семейства AVR обусловлен, прежде всего, широчайшей распространенностью данного решения, отличной масштабируемостью и универсальностью данных МК.

МК ATmega32 (рис. 1) имеет следующие основные параметры:

1. Развитая RISC архитектура:
  - 131 исполняемых команд, большинство за один машинный такт;
  - 32 рабочих регистра общего назначения;
  - производительность до 16 MIPS при 16 МГц;
  - встроенный 2-х тактовый умножитель.
2. Энергонезависимая память программ и данных:
  - 32 Кбайт внутрисистемной FLASH-памяти;
  - загрузочная область памяти;
  - 1024 байт EEPROM;
  - 2 Кбайта внутренней SRAM.
3. Периферийные функции:

два 8-битных таймера/счётчика с режимом сравнения;  
 один 16-битный таймер/счётчик с режимом сравнения и захвата;  
 счётчик реального времени с программируемым генератором;  
 8-и канальный, 10-й битный АЦП, программируемый USART;  
 Master/Slave SPI последовательный интерфейс;

4. 40 выводной корпус PDIP.
5. Напряжение питания: 4.5 В до 5.5 В
6. Тактовая частота: 0–16 МГц.

Atmega32 является 8-битным МК, построенным на расширенной RISC-архитектуре. Используя команды, исполняемые за один машинный такт, МК достигает производительности в 1 MIPS на рабочей частоте 1 МГц. Это позволяет эффективно оптимизировать потребление энергии путем выбора необходимой производительности [3].

AVR-ядро МК сочетает расширенный набор команд с 32 рабочими регистрами общего назначения. Все регистры соединены с АЛУ, что обеспечивает доступ к двум независимым регистрам на время исполнения команды за один такт.

ATmega32 содержит 32 Кбайт внутрисистемной программируемой FLASH-памяти программ, допускающей чтение во время записи, 1024 байт EEPROM и 2К байт SRAM. Комбинация расширенной 8-битной RISC архитектуры вычислительного блока и твердотельной FLASH-памяти обеспечивают Atmega32 высокую гибкость и эффективность при построении компактных встраиваемых систем [4].

### Жидкокристаллический дисплей

Для отображения характеристик электрических сигналов в графическом режиме используется жидкокристаллический дисплей WG12864A производства Winstar (рис. 1). Диагональ дисплея составляет 80мм, при этом разрешение составляет 128x64 пикселя [5]. Управление дисплеем реализуется в параллельном режиме, при этом шина данных и линии направления/вида данных разделены. Данная модель ЖК-дисплея имеет достаточно много вводов управления, что увеличивает сложность размещения и монтажа, однако это является практически единственным недостатком.



Пин	Имя	Комментарий
1	Vss	Земля
2	Vdd	Питание (+5В)
3	Vo	Настройка контрастности
4	D/I	Селектор (данные/команды)
5	R/W	Селектор (чтение/запись)
6	E	Синхронизирующий импульс
7	DB0	Линия данных 0
8	DB1	Линия данных 1
9	DB2	Линия данных 2
10	DB3	Линия данных 3
12	DB4	Линия данных 4
12	DB5	Линия данных 5
13	DB6	Линия данных 6
14	DB7	Линия данных 7
15	CS1	Выбор чипа 1
16	CS2	Выбор чипа 2
17	RST	Сброс
18	Vee	Выходное напряжение
19	A	Питание подсветки (ВУ)
20	K	Питание подсветки (НУ)

а)

б)

Рисунок 1 – Внешний вид (а) и распиновка выводов (б) дисплея WG12864A

Дисплей управляется контроллером CS0107, который формирует матрицу только 64x64, поэтому для реализации разрешения 128x64 используются два контроллера. Каждый из контроллеров обслуживает свою половину экрана. Фактически, экран представляет собой микросхему памяти, где все введенные данные отображаются на дисплее и каждый бит соответствует пикселю. Байты размещаются в двух контроллерах двумя страницами по 64 байта, по 8 страниц на один контроллер. Например, для того, чтобы выставить на экране точку с координатами (10, 61) прежде всего надо вычислить, в каком контроллере находится искомая точка. Первому контроллеру соответствуют значения Y до 63, второму – после, то есть если адрес находится во втором контроллере, то надо вычесть 64 из координаты. Затем вычислить страницу и номер бита. Номер страницы рассчитывается как  $X/8$ , а номер бита как остаток от деления ( $X \% 8$ ). Для того, чтобы не затронуть соседние пиксели, необходимо прочитать необходимый байт из заданной страницы, выставить в нем нужный бит и записать байт обратно.

### Описание устройства

Реализованное устройство (рис. 2) предназначено для исследования амплитудных и временных параметров входного электрического сигнала. В устройстве предусмотрено усиление слабых входных сигналов, а также переключение режима отображения в случае разнополярного входного сигнала.

Входной сигнал подается на устройство с помощью двух измерительных щупов, которые представляет собой стандартные схемотехнические зажимы. Управление устройством реализовано с помощью пяти кнопок и двух переключателей режимом работ. Элементы управления выполняют следующие функции:

1. Внешнее питание (кнопка S5).
2. Масштабирование изображения по частоте (кнопки S3 и S7).
3. Масштабирование изображения по амплитуде (кнопки S4 и S8).
4. Фиксация изображения на дисплее (кнопка S6).
5. Усиление входного сигнала (переключатель S1).
6. Переключение режима сигнала (в случае разнополярного входного сигнала, переключатель S2).
7. Регулятор калибровки точности измерения (потенциометр P1).
8. Регулятор контрастности ЖК-дисплея (потенциометр P2).

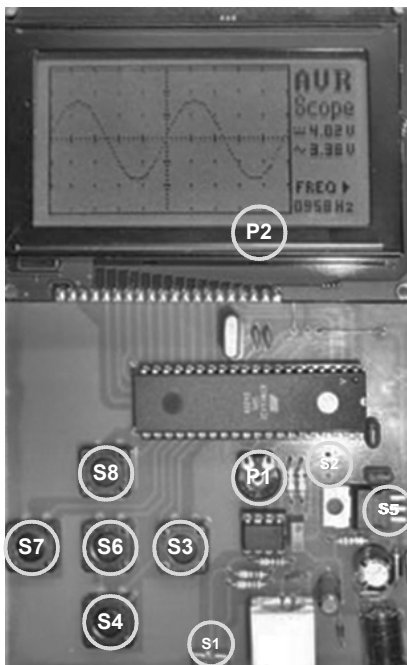


Рисунок 2 – Внешний вид устройства

Конструктивно устройство состоит из следующих элементов:

1. *МК ATmega32*. Управляет работой устройства, поддерживает перепрограммирование, что позволяет значительно модернизировать устройство без схемотехнических изменений.
2. *ЖК-дисплей WG12864A*. Отображает результаты работы устройства.
3. *Подсхема усиления и выбора режима сигнала*. Выполняют усиление входного сигнала до необходимого уровня, а также изменение фазы в случае разнополярного входного сигнала.
4. *Подсхема стабилизации*. Выполняет стабилизацию входного напряжения для более стабильной работы устройства.

### 5. Кварцевый резонатор с частотой пульсации 16 МГц. Генерация задающих импульсов для функционирования МК.

Схема устройства была предварительно построена и промоделирована в среде Proteus 7 Professional (рис. 3), что позволило обнаружить и устранить неточности в схеме и ускорить процесс физической реализации устройства.

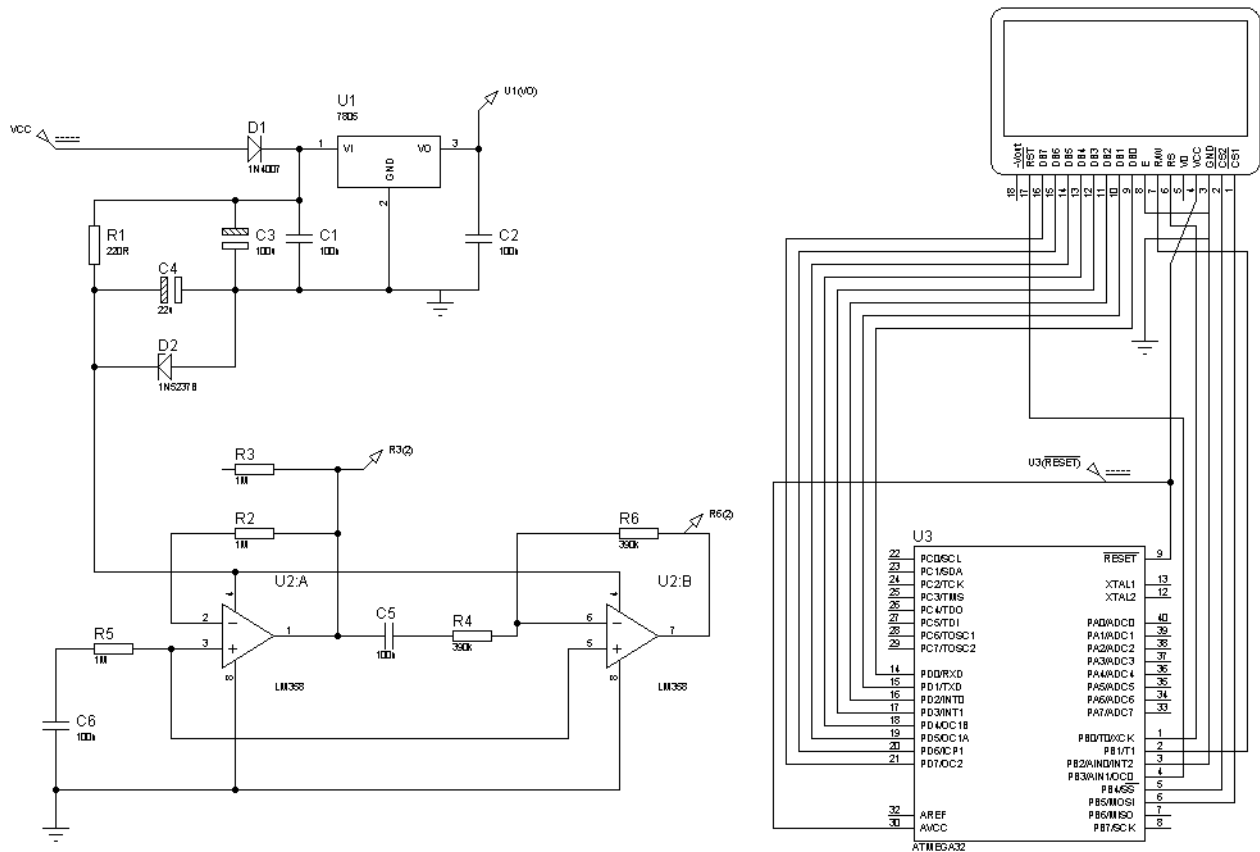


Рисунок 3 – Схема устройства в среде Proteus 7 Professional

Напряжение питания устройства составляет 12 вольт (используется внешний блок питания). В устройстве напряжение питания преобразуется в два дополнительных напряжения:

1. +8,2В для задания опорного напряжения подсхемы усиления и выбора режима.
2. +5В для питания МК и ЖК-дисплея.

Подсхема усиления и выбора режима сигнала основывается на двух операционных усилителях LM-358. Включение усиления и выбор режима сигналы задается переключателями S1 и S2.

Подсхема стабилизации основана на стабилизаторе LM-7805 и служит для выравнивания и стабилизации входного питающего напряжения.

Область отрисовки осциллограммы на ЖК-дисплее занимает площадь 100x64, при этом одно деление на дисплее соответствует одному 1 В.

В реализованном устройстве используется автоматический режим триггера. Это позволяет выполнять фиксацию изображения в случае, если во входном сигнале присутствуют помехи или сигнал имеет прерывистую форму. Например, если входной сигнал имеет пилообразную форму, то фиксация не требуется. Если же необходимо отследить постоянно меняющийся сигнал (например, последовательность данных), то для фиксации изображения необходимо нажать кнопку S6.

### **Выводы**

В работе предлагается реализация осциллографа на микроконтроллере семейства AVR производства Atmel и жидкокристаллическом дисплее WG12864A производства WinStar. Устройство позволяет отображать входной электрический сигнал любой формы, при этом диапазон измеряемых частот находится в пределах от 10Гц до 7кГц, диапазон напряжений – 0-5В для однополярного напряжения и от -2.5 до +2.5В для разнополярного.

Таким образом, в результате проделанной работы выполнен полный цикл разработки и реализации цифрового устройства, проведено его тестирование и отладка.

В дальнейшем планируется выполнить расширение функциональности устройства, например, увеличение диапазона частот измеряемых сигналов, подключение дополнительного входного сигнала, что позволит реализовать режим сравнения сигналов. Также планируется общая оптимизация прошивки МК для повышения точности отображения входного сигнала.

### **Список литературы**

1. Мирский Г.Я. Электронные измерения. – М.: Гостехиздат, 1986. – 251 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny. – ДОДЭКА, 2007. – 432 с.
3. Редькин П.П. 32/16-битные микроконтроллеры ARM7 семейства AT91SAM7 фирмы Atmel. – Додэка, 2008. – 704 с.
4. 8-битные AVR микроконтроллеры памяти [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/atmega32.htm>.
5. WG12864A-Графические ЖКИ-WINSTAR Display Co., Ltd. [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.winstar.com.tw/products\\_detail\\_ov.php?ProID=48](http://www.winstar.com.tw/products_detail_ov.php?ProID=48)