

УДК 004.622: 53.082.52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

С.Ю.ЗМИТРОВИЧ

(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. ВАБИЩЕВИЧ)

В настоящей статье рассматривается использование микроконтроллеров в качестве измерительного устройства аналоговых величин, схемотехнические решения по защите портов модуля аналого-цифрового преобразователя и программное обеспечение для анализа полученных результатов.

**Ключевые слова:** микроконтроллер, измерение, датчики, аналого-цифровой преобразователь, программное обеспечение.

В современной практике экспериментальной работы актуальным является использование устройств, позволяющих проводить комплексные исследования физических процессов. Рациональным представляется использование датчиков аналоговых сигналов, параметры которых описываются непрерывной функцией времени и множеством возможных величин. Для этого требуется создать измерительное устройство, которое преобразует показания датчиков физических величин в цифровые сигналы. Наличие такого устройства позволит осуществлять многопараметрические исследования, повысить эффективность и достоверность экспериментальных данных [1].

Осуществить построение эффективных измерительных систем возможно с использованием микроконтроллеров, имеющих в своей архитектуре большое количество модулей, основными из которых являются: аналого-цифровой преобразователь, модули интерфейсов передачи данных, таймеры и т.д.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – модуль микроконтроллера, преобразующий аналоговый сигнал в цифровой код. Каждый АЦП модуль характеризуется частотой дискретизации и разрядностью квантования сигнала. Чем выше данные параметры, тем точнее аналоговой форме сигнала будет соответствовать её цифровой код. Суть квантования и дискретизации сигнала представлена на рисунке 1.

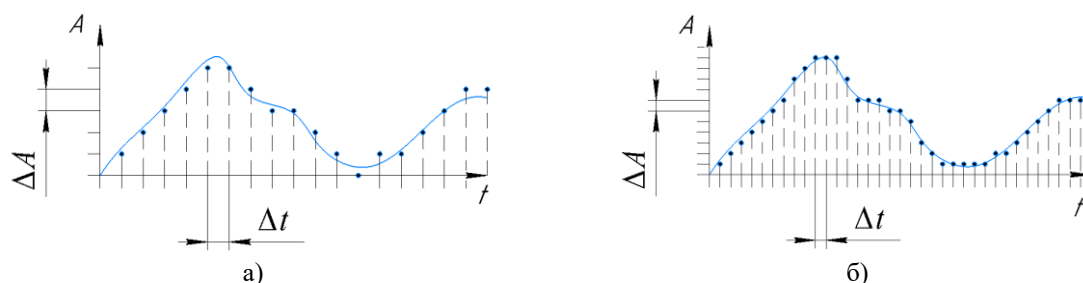


Рисунок 1. – Низкая разрядность квантования, низкая частота дискретизации (а); высокая разрядность квантования, высокая частота дискретизации (б), где  $\Delta t$  – шаг дискретизации,  $\Delta A$  – шаг квантования

Счётчики/Таймеры могут быть применены в измерении времени, в подсчёте тактов или внешних импульсов, способны генерировать прерывания при опустошении или переполнении. Цифровые интерфейсы, такие как USART, I2C, 1-Wire, USB, позволяют системе передавать данные на компьютер или взаимодействовать с другими устройствами.

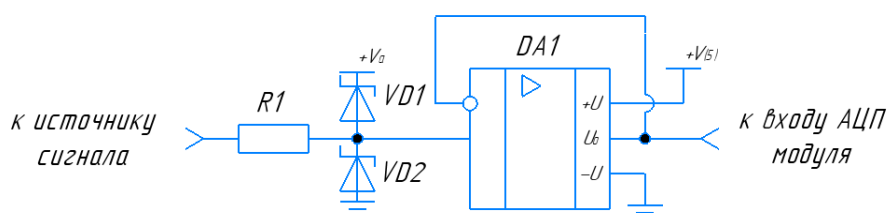


Рисунок 2. – Схемотехническое решение по защите входов АЦП модуля от перенапряжения

Важным в работе с микроконтроллерами является и защита их портов АЦП модуля от воздействия высокого напряжения, схемотехническое решение данной проблемы представлено на рисунке 2.

Принцип работы защиты от перенапряжения: от измеряющего устройства поступает сигнал на резистор R1, который практически не ослабляет его из-за наличия буфера повторителя напряжения построенного на операционном усилителе DA1, имеющего огромное входное сопротивление, протекающий сигнал через буфер попадает на вход АЦП модуля; в случае, если потенциал сигнала превышает (становится меньше) потенциала +Va (GND) на величину падения напряжения на диоде Шоттки, то диод VD1 (VD2) открывается и всё «лишнее» напряжение уходит через него [2].

Полученные микроконтроллером результаты измерений, для наглядности, необходимо отобразить на графике их изменения, после чего следует провести анализ. Примером программного обеспечения, которое может послужить для этих целей является «PhyZModule» [3].

На рисунке 3 представлен интерфейс разработанного программного обеспечения для осуществления измерения физических величин.

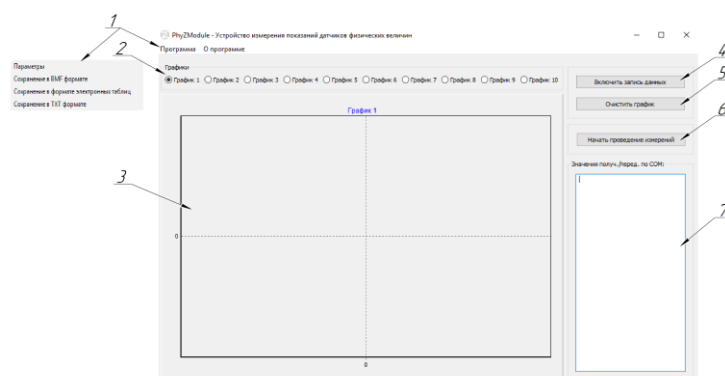
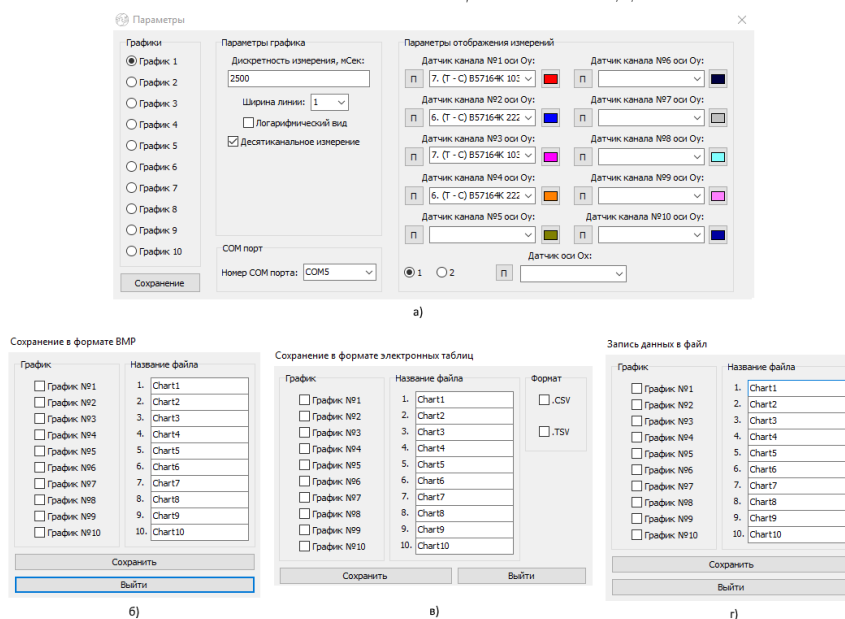


Рисунок 3. – Главное окно программы

Основным полем интерфейса является поле графиков 3, количество которых может достигать десяти. Данное поле используется для отображения всех настроенных для него измерений. Переключение между полями графиков происходит через изменение состояния переключателя 2. Кнопка 4 «Включить запись данных» предназначена для подтверждения использования выбранного поля графиков 3, после чего все измерения будут отображаться на нём. Кнопка 5 «Очистить график» используется при необходимости очистки поля графиков 3. Кнопка 6 «Начать проведение измерений» применяется для того, чтобы инициировать обмен данными между ПО и МК. После ее нажатия, вместо данной появится кнопка «Закончить проведение измерений», которая прерывает передачу данных. Меню 1 позволяет пользователю узнать основную информацию о программе в пункте «О программе», а также зайти в подменю программы в пункте «Программа», где существует возможность выбора формата сохранения и настроек параметров программы (рисунок 4).



**Рисунок 4. – Окно параметров графиков (а); окно сохранения в bmp формате (б);  
окно сохранения в форматах tsv и csv (в); окно сохранения в txt формате (г)**

Для каждого из графиков существует возможность изменения параметров: дискретности отображения; использования десятиканального измерения; цвета линии; ширины линии; логарифмического вида, использования датчика и выбора АЦП порта для канала. Произвести изменения можно пройдя по пути «Программа-Параметры», рисунок 4а. Приложение позволяет выводить измеренную информацию в четырёх форматах: txt; bmp; tsv, csv.

Использование таких форматов, как tsv и csv, является универсальным выбором, позволяющим исследователю абстрагироваться от принятия решений об использовании определённого программного обеспечения для построения электронных таблиц и проведения дальнейших действий с выведенными данными. Данные форматы импортируются практически во все офисные пакеты, например, в такие как: «Microsoft Excel», «WPS SpreadSheets».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Змитрович, С.Ю., Вабищевич, С.А. Обработка аналоговых сигналов датчиковой аппаратуры. Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс]: электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С.272-275.
2. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / У. Хилл, П. Хоровиц. – Москва: Бином, 2015 – 704 с.
3. Змитрович, С.Ю. Автоматизированная система физических измерений/ С.Ю.Змитрович, С.А.Вабищевич, Д.Н.Шабанов// Вестник Полоцкого государственного университета. – 2019. – №4. – С.45-49.