

Для прогнозирования отказов работы основных элементов СКЗ на основе исторических данных можно применять нейронные сети типа LSTM (длинная цепь элементов краткосрочной памяти) или CNN (сверточная нейронная сеть). Глубокое машинное обучение применимо для управления параметрами защиты.

Важным вопросом организации работы современных СКЗ является дистанционный обмен данными. Современные контрольно-измерительные пункты станций катодной защиты имеют возможность организации телеметрии с использованием стандарта 4G LTE.

Однако данный вид подвижной радиосвязи зависит от инфраструктуры, необходимой для ее функционирования. Для организации вспомогательного (аварийного) канала можно использовать коротковолновую (КВ) цифровую радиосвязь, что позволит реализовать передачу данных на значительные расстояния в условиях полной независимости от существующей инфраструктуры сотовой связи.

Совершенствование текущих станций катодной защиты магистральных нефтепроводов заключается в повышении их уровня энергоэффективности и автономности. Повышение данных критериев возможно за счет совершенствования их конструкции, применения новейших информационных технологий и альтернативных источников энергии.

Литература

1. Аналіз умов утворення карозії підземних трубопроводів і металів у середовищі / Ю. В. Крышней, А. Я. Запольскі, М. А. Рогаў, Ю. Я. Котава // Современные проблемы машиноведения : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – С. 218–221.
2. Умови формування аномального току в системах електрифікованої лінії / Ю. В. Крышней [і інш.] // Современные проблемы машиноведения : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ПАО «ОАК» ОКБ Сухого, Таиз. ун-т (Йеменская Республика) ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 190–193.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

В. А. Михайлов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Э. М. Виноградов

Рассмотрены особенности применения современных жидкокристаллических дисплеев для организации индикации в микроконтроллерных измерительных приборах.

Ключевые слова: графический дисплей, жидкокристаллический дисплей, микроконтроллер, измерительный прибор.

Графические жидкокристаллические дисплеи (ГЖКД), или по-английски GLCD (Graphical Liquid Crystal Display), представляют собой недорогие и удобные модули, позволяющие сэкономить время и ресурсы при разработке новых изделий, при этом обеспечивающие отображение большого объема информации при хорошей различимости и низком энергопотреблении.

Для управления такими средствами индикации необходимы специализированные микросхемы. Например, Samsung KS0108. Этот контроллер определил интерфейс, который стал стандартом «де-факто» для графических ЖКД.

Дисплеи с таким интерфейсом можно встретить в самых разнообразных устройствах: измерительных приборах, медицинском оборудовании, промышленном и технологическом оборудовании.

Важнейшей задачей при проектировании микроконтроллерной системы является выбор средства разработки. В настоящее время самым мощным средством разработки программного обеспечения для микроконтроллеров являются интегрированные среды разработки IDE (Integrated Development Environment), имеющие в своем составе текстовый редактор, компилятор языков высокого уровня, отладчик-симулятор, а также библиотеки готовых функций.

Одним из таких программных инструментов является среда разработки mikroC компании MikroElektronika. Данная среда разработки позволяет быстро создавать эффективные программы на распространенном языке высокого уровня C. Среда имеет удобный интерфейс пользователя со встроенным редактором текста и мощным отладчиком программ. Встроенный мастер проектов позволяет в считанные минуты создать заготовку рабочей программы для любого микроконтроллера из целого семейства. Библиотека готовых функций обеспечивает пользователя поддержкой для быстрого и безошибочного создания программы. Компания MikroElektronika создала среду разработки mikroC PRO for PIC для PIC-микроконтроллеров компании Microchip. С целью облегчения разработки программ в интегрированной среде mikroC PRO for PIC имеются библиотечные функции для управления графическим ЖКД на основе контроллера KS0108 [1, 2]. Рассмотрим эти функции.

Glcd_Init() – функция инициализирует модуль GLCD. Линии управления и данных GLCD могут настраиваются пользователем, но восемь линий данных должны быть на одном порту. До вызова функции инициализации интерфейс между GLCD и микроконтроллером должен определяется с помощью операторов типа sbit ... at.

Glcd_Fill() – функция используется для очистки GLCD.

Glcd_Dot() – рисует точку на GLCD.

Glcd_Write_Char() – функция отображает символ на GLCD.

Glcd_Write_Text() – функция отображает текст на GLCD.

Glcd_Set_Font() – выбирает шрифт.

Glcd_V_Line() – рисует горизонтальную ось координат.

Glcd_H_Line() – рисует вертикальную ось координат.

В статье рассматривается микроконтроллерный измеритель метеорологических параметров (атмосферное давление, температура и высота над уровнем моря). Принципиальная электрическая схема измерителя представлена на рис. 1.

В качестве датчика метеопараметров используется микросхема LPS331AP, присоединённая к микроконтроллеру PIC18F4550 с помощью интерфейса I2C. ГЖКД выполнен на микросхеме AMPIRE с форматом дисплея 128 × 64. Она подключена к портам микроконтроллера PORTB и PORTD. Для синхронизации используется кварцевый резонатор с частотой 8 МГц, но включена система умножения частоты ФАПЧ, так что фактическая рабочая тактовая частота составляет 32 МГц.

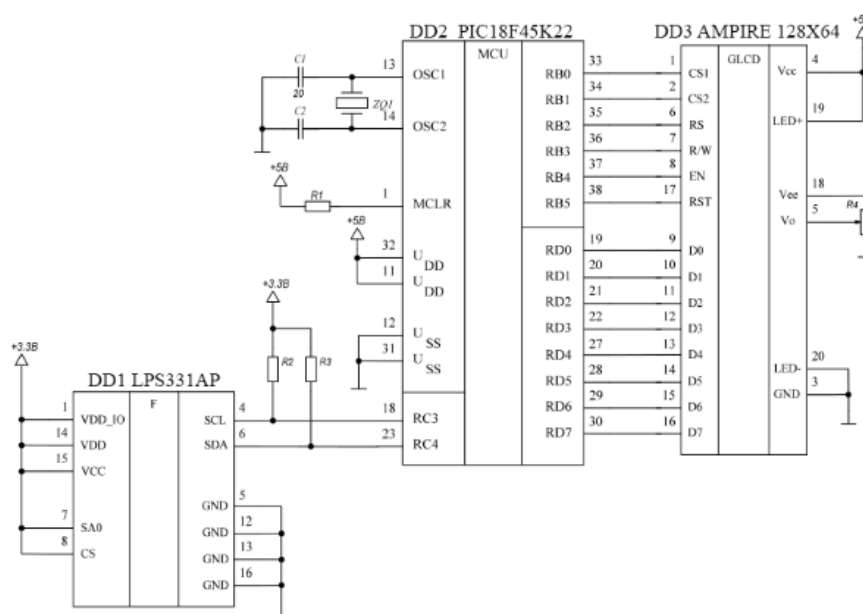


Рис. 1. Схема измерителя метеорологических параметров с графическим ЖКД

В начале программы определяются соединения ГЖКД с микроконтроллером, имена регистров и адреса микросхемы LPS331AP. Модуль ГЖКД инициализируется и экран очищается. Затем программа инициализирует микросхему LPS331AP для работы с интерфейсом I2C. Остальная часть программы выполняется в бесконечном цикле. В нем с датчика считываются давление и температура, рассчитывается высота, и все три параметра отображаются на экране ГЖКД. Этот процесс повторяется каждые 5 с.

В программе используются следующие функции.

Init_Pressure – инициализация микросхемы датчика.

Pressure_Write – записывает байт в микросхему датчика.

Pressure_Read – читает байт из микросхемы датчика.

Read_Pressure_Value – посылает импульс в микросхему датчика для запуска процесса измерения. Читает код давления и возвращает его в вызывающую программу.

Read_Temperature_Value – читает код температуры, преобразует его в градусы Цельсия и возвращает в вызывающую программу.

Read_Altitude_Value – преобразует измеренное давление в значение высоты над уровнем моря.

Display_PTA – отображает на экране ГЖКД давление, температуру и высоту.

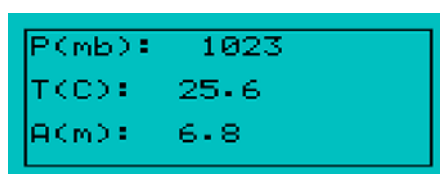


Рис. 2. Отображение измеренных метеопараметров на экране ГЖКД

На рис. 2 приведен скриншот экрана графического ЖКД с измеренными метеопараметрами.

Литература

1. Шпак, Ю. А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак. – К. : МК-Пресс ; СПб. : КОРОНА-БЕК, 2011.
2. MikroC PRO for PIC. User's manual. – 2014. – URL: <http://www.mikroe.com>.

**РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПРОВОДНОГО
ПРОТОКОЛА ZIGBEE**

А. А. Лупарев

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: В. А. Карпов, Ю. В. Крышнев, А. Е. Запольский

Отражены особенности разработки автономных датчиков температуры, влажности и давления с беспроводным протоколом Zigbee для применения в сварочном регистраторе.

Ключевые слова: Zigbee, ESP32-H2, термодатчик, датчик влажности, датчик давления, REF200, ADS1118, термистор, измерение температуры сварки, автономный датчик, калибровка, энергоэффективность, регистрация данных.

Системы регистрации технологических параметров при сварочных работах требуют непрерывного контроля температуры шва, влажности и давления для соблюдения технологии. Применение автономных беспроводных датчиков на Zigbee позволяет отказаться от проводных подключений, снизить влияние человеческого фактора и повысить точность измерений за счет близкого расположения датчиков к точке сварки [1].

Основной целью работы являлась разработка системы из Zigbee-датчиков, способной измерять температуру в диапазоне от минус 40 °С до плюс 500 °С, влажность и атмосферное давление, с последующей передачей данных в реальном времени на координатор сварочного регистратора. Для выполнения задачи использовались микроконтроллерное устройство ESP32-H2 с поддержкой Zigbee, малошумящие аналого-цифровой преобразователь (АЦП) ADS1118, источники тока REF200 и прецизионные термисторы [2–4].

Для построения экспериментальной установки были разработан макет, включающий термодатчики с выносными термисторами, источник опорного тока и делитель напряжения для измерения напряжения аккумулятора. В качестве источника питания использовались литиевые аккумуляторы. На рис. 1 представлена принципиальная электрическая схема термодатчика.

Процесс измерений показателей включает в себя собственно измерение и передачу данных с применением беспроводного протокола Zigbee на координатор, подключённый к регистратору по интерфейсу UART. Датчики температуры, влажности и давления производят циклическое измерение параметров с интервалом в 3 с, что позволяет отслеживать изменения технологических параметров в процессе сварки и термообработки изделий.

Сигналы с термисторов поступают на АЦП ADS1118, обеспечивая стабильную дискретизацию и достаточную точность для сварочных работ.