Будущее вычислительной техники определяет архитектура памяти и организация взаимодействия с данными. Для ЦОД и ИИ-инфраструктуры комбинация HBM и CXL – наиболее реалистичное краткосрочное решение, увеличивающее пропускную способность в 3–5 раз без смены техпроцесса. В долгосрочной перспективе доминируют гибридные системы, сочетающие быструю DRAM для горячих данных и энергонезависимую память – для холодных, с максимальным приближением вычислений к хранилищу.

Литература

1. Patterson, D. A. Computer Architecture: A Quantitative Approach / D. A. Patterson, J. L. Hennessy. – 6th ed. – Morgan Kaufmann, 2019. – 856 p.
2. Processing Data Where It Makes Sense: Enabling In-Memory Computation / O. Mutlu [et al.] // Microprocessors and Microsystems. – 2019. – Vol. 67. – P. 28–41.
3. Metal-Oxide RRAM / H.-S. P. Wong [et al.] // Proceedings of the IEEE. – 2012. – Vol. 100, N 6. – P. 1951–1970.
4. IEEE International Roadmap for Devices and Systems (IRDS™) – 2025 Update: Memory and Storage. – IEEE, 2025.
5. Kim, J. High-Bandwidth Memory (HBM) and Compute Express Link (CXL): The New Memory Hierarchy for AI / J. Kim, S. Lee, H. Park // IEEE Micro. – 2025. – Vol. 45, N 2. – P. 22–31.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ РЕГИСТРАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ С ГРАФИЧЕСКИМ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ДИСПЛЕЕМ

С. Е. Рождаев

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

Научный руководитель Э. М. Виноградов

Рассмотрен микроконтроллерный регистратор температуры, который измеряет и отображает температуру окружающей среды в реальном времени на индикаторе графического жидкокристаллического дисплея.

Ключевые слова: графический жидкокристаллический дисплей, контроллер, среда разработки mikroC PRO for PIC, библиотечные функции, аналого-цифровой преобразователь.

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.

Фирма Samsung разработала специальную микросхему – контроллер KS0108 – для управления подобными ЖК-дисплеями. Эти дисплеи можно встретить в самых разнообразных устройствах: измерительных приборах, медицинском оборудовании, промышленном и технологическом оборудовании.

Важнейшей задачей при проектировании микроконтроллерной системы является выбор средства разработки. Одним из таких программных инструментов является среда разработки сербской компании MikroElektronika. Компания MikroElektronika создала среду разработки mikroC PRO for PIC для PIC-микроконтроллеров [1]. С целью облегчения разработки программ в интегрированной среде mikroC PRO for PIC имеются библиотечные функции для управления графическим ЖКД на основе контроллера KS0108 [2]. Рассмотрим некоторые функции:

- ***Glcd_Init()*** – функция инициализирует модуль ГЖКД.
- ***Glcd_Fill()*** – функция используется для очистки ГЖКД.
- ***Glcd_Dot()*** – рисует точку на ГЖКД.
- ***Glcd_Write_Char()*** – функция отображает символ на ГЖКД.
- ***Glcd_Write_Text()*** – функция отображает текст на ГЖКД.
- ***Glcd_Set_Font()*** – выбирает шрифт.
- ***Glcd_H_Line()*** – рисует горизонтальную линию.
- ***Glcd_V_Line()*** – рисует вертикальную линию.

В докладе рассматривается микроконтроллерный регистратор температуры, который отображает температуру окружающей среды на индикаторе ГЖКД в реальном времени. Принципиальная схема регистратора представлена на рис. 1.

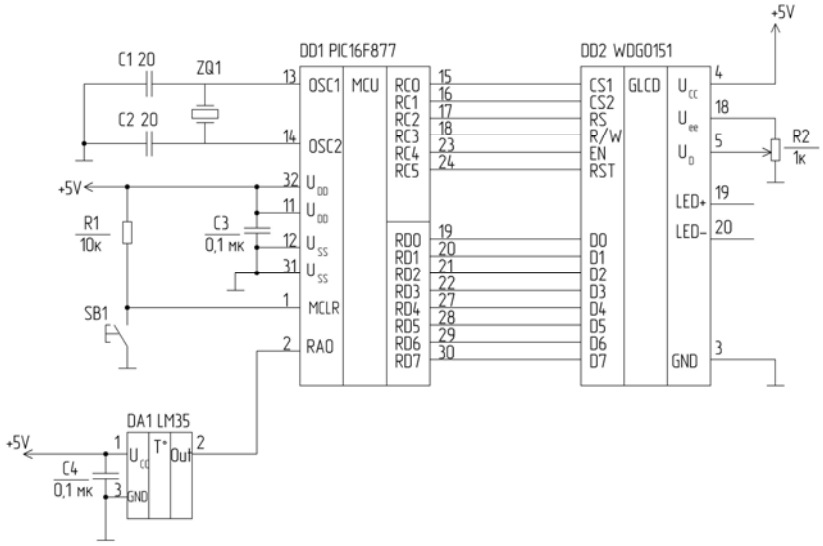


Рис. 1. Принципиальная схема регистратора температуры

В регистраторе температуры используется модуль WDG0151 с монохромным ЖК-индикатором производства компании Winstar размером 128 × 64 пикселя. Он выполнен на базе двух контроллеров, совместимых с контроллерами Samsung KS0108.

В качестве датчика температуры используется микросхема LM35 (DA1). Датчик выдает напряжение U_{out}, прямо пропорциональное измеряемой температуре в градусах Цельсия: $U_{\text{out}} = 10$ мВ/°С.

Для управления модулем ГЖКД используются порты *C* и *D* микроконтроллера PIC16F877. Внутренний аналого-цифровой преобразователь (АЦП) микроконтроллера выдает 10-разрядный двоичный код. Поэтому при опорном напряжении, равном напряжению питания +5 В, разрешение АЦП будет 5000/1023 = 4,88 мВ. А это достаточно для измерения температуры с точностью до 0,5 °С.

В начале программы определяется соединение портов *C* и *D* микроконтроллера с выводами ГЖКД. Вывод порта *RA*0 настраивается на ввод для работы с аналоговым датчиком температуры.

Затем инициализируется модуль ГЖКД с помощью библиотечной функции Glcd_Init() и очищается экран индикатора с помощью функции Glcd_Fill(0x00). Внутренний АЦП микроконтроллера инициализируется вызовом библиотечной функции ADC_Init().

Далее программа вызывает функцию пользователя PlotAxis(). Эта функция рисует оси координат *X* и *Y*, на которые наносятся штрихи с помощью функции Glcd_Dot(). На ось *Y* наносятся метки от 0 °C до 50 °C с шагом 10 °C при помощи функции Glcd_Write_Text().

Затем программа входит в бесконечный цикл повторения с помощью инструкции while(1). Внутри этого цикла аналоговая температура от датчика преобразуется в цифровой формат и сохраняется в переменной с именем temp с помощью функции ADC_Read(0), в которой номер канала определен как 0 для линии порта *RA*0. Это цифровое значение преобразуется в милливольты путем умножения на 5000 и деления на 1023. Действительная температура в градусах Цельсия рассчитывается путем деления полученного напряжения в милливольтах на число 10.

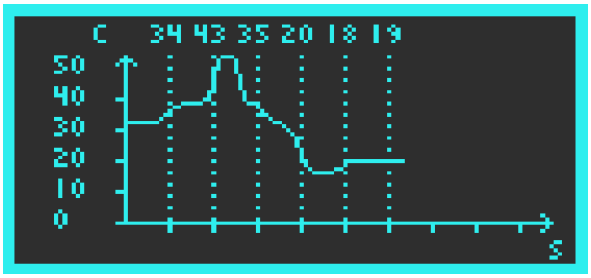


Рис. 2. График изменения окружающей температуры

Далее программа вызывает пользовательскую функцию PlotXY(), которая выводит на ГЖКД график изменения температуры через 1 с. Для построения графика используется библиотечная функция Glcd_Line(). Эта функция рисует линию между координатами по оси *Y* через 1 с. Также эта функция выводит вверху графика значение температуры каждые 10 °C и рисует штриховую линию сетки при помощи функции Glcd_Dot() в цикле for(). На рис. 2 приведен график изменения окружающей температуры через 1 с.

Литература

1. Шпак, Ю. А. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак. – К. : МК-Пресс ; СПб. : КОРОНА-ВЕК, 2011. – 544 с.
2. MikroC PRO for PIC. User's manual. – 2014. – URL: http://www.mikroe.com (дата обращения: 15.03.2026).

ЛИФТОВАЯ ПАНЕЛЬ С СИСТЕМОЙ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Д. А. Роговой

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

Научный руководитель Д. А. Литвинов

Рассмотрено проектирование интеллектуальной лифтовой панели с системой локального распознавания голосовых команд на базе микроконтроллера ESP32-S3.

Ключевые слова: лифтовая панель, голосовое управление, распознавание речи, TensorFlow Lite Micro, ESP32-S3, Keyword Spotting, CAN, RS-485, микроконтроллер.