

А.В. Пультяков
Иркутский государственный университет путей сообщения,
г. Иркутск, Российская Федерация
К.В. Менакер, М.В. Востриков
Забайкальский институт железнодорожного транспорта,
г. Чита, Российская Федерация

**Применение высокоуровневых языков визуального
программирования промышленных контроллеров среды CoDeSys при
дистанционном и онлайн обучении в области микропроцессорных
информационно-управляющих систем**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения высокоуровневых блочно-структурированных языков для программирования промышленных контроллеров в условно бесплатной среде CoDeSys при дистанционном и онлайн обучении студентов основам построения современных микропроцессорных информационно-управляющих систем.

Ключевые слова. Микроконтроллер, микропроцессор, аппаратно-программная платформа (АПП), микропроцессорные информационно-управляющие системы, программируемые логические контроллеры.

В настоящее время в учебном процессе большинства учебных заведений технического профиля при преподавании дисциплин, связанных с изучением основ построения микропроцессорных информационно-управляющих систем ключевая ставка делается на однокристальные микроконтроллеры и аппаратно-программные платформы (АПП), созданные на их основе. Среди однокристальных микроконтроллеров наибольшее распространение в учебном процессе получили следующие семейства: MCS-51, PIC, AVR, ATmega. Распространенными АПП для разработки микропроцессорных устройств стали семейства Arduino, MSP, Netduino, Teensy (ARM-Based), Particle Photon.

Тенденция ухода от однокристальных микроконтроллеров при разработке микропроцессорных устройств в сторону АПП очевидна и обоснована. Платформы содержат те же микроконтроллеры или микропроцессоры, однако в своем составе имеют стабилизированный источник электропитания, кварцевый резонатор, функциональные контакты портов ввода-вывода (включая служебные выводы), а также, что важнее всего, USB-порт для программирования микроконтроллеров с внешних электронно-вычислительных устройств и связи с этими устройствами при многоуровневом построении систем управления (рис. 1). Важнейшим фактором растущей популярности АПП также является применение для программирования микроконтроллеров единой интегрированной среды разработки

IDE (Integrated Development Environment), содержащей все необходимые компоненты для разработки, компиляции, линковки и отладки программ.

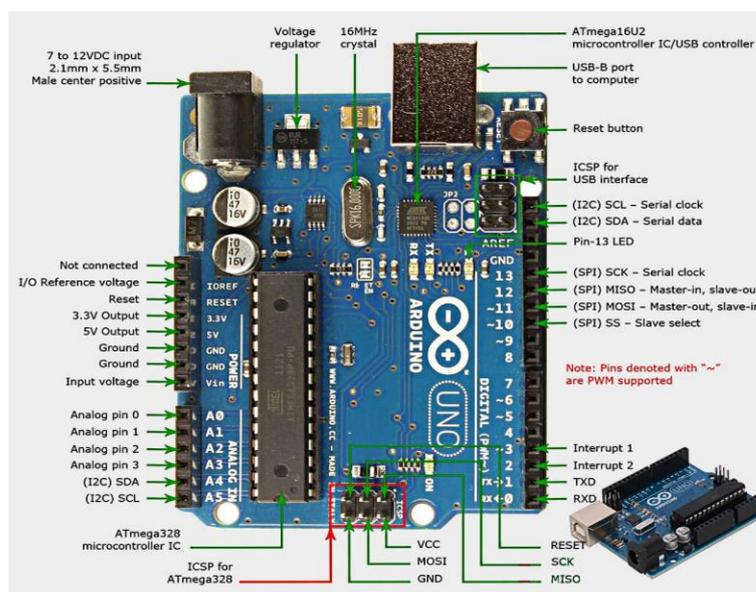


Рисунок 1 – Функциональная схема аппаратно-программной платформы Arduino UNO

Несмотря на вышеописанные достоинства АПП, включая их широкую освещенность в средствах массовых коммуникаций и сети Internet, они имеют ряд весьма серьезных недостатков, ограничивающих их применение в промышленных устройствах управления. Главными недостатками АПП являются низкая электромагнитная защищенность портов ввода-вывода и ограниченность числа интерфейсов (протоколов) в их составе (UART, SPI, I2C).

Доказательством низкой электромагнитной защищенности портов ввода-вывода АПП является опыт авторских разработок на базе платформы Arduino Mega [1, 2]. Созданные аппаратно-программные комплексы увязки устройств полуавтоматической блокировки с электрической централизацией (ЭЦ) и мажоритарного учета кодовых циклов для снижения сбоев кодов устройств автоматической локомотивной сигнализации пришлось дополнительно дооснастить повторителями реле по каждому информационному каналу, поскольку уровень напряжения от электромагнитных помех на входах микроконтроллеров при нахождении устройств на посту ЭЦ и в кабине электровоза достигал 4,5 В и приводил к их некорректной работе (рис. 2).

Опыт внедрения в учебный процесс программируемых логических контроллеров (ПЛК) и создания законченных функциональных технических решений на их основе позволяет утверждать, что данное направление развития микропроцессорных информационно-управляющих систем является перспективным [3].

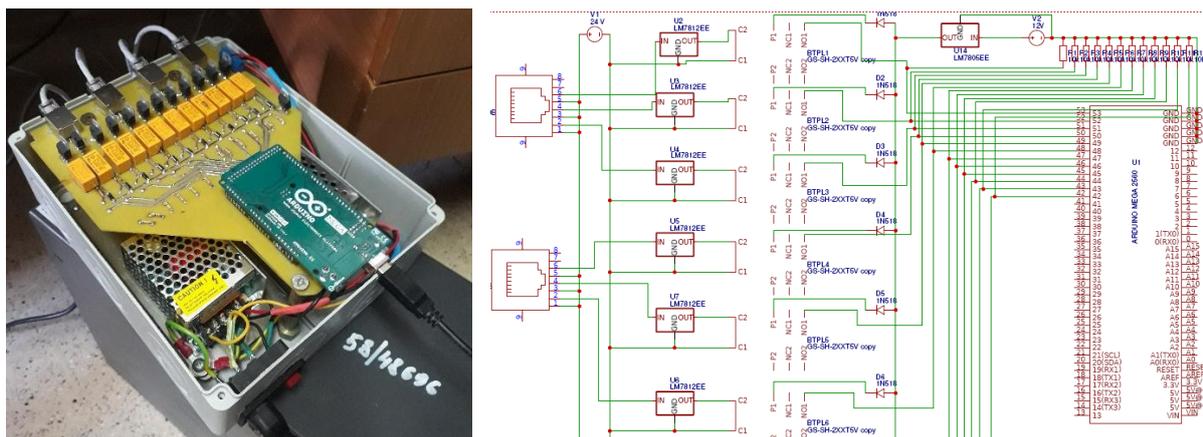


Рисунок 2 – Внешний вид и фрагмент принципиальной схемы аппаратно-программного комплекса увязки устройств полуавтоматической блокировки с ЭЦ

С 2019 года Забайкальский институт железнодорожного участвует в программе сотрудничества и партнерства с ведущим отечественным производителем ПЛК - ООО «ОВЕН». В рамках программы сотрудничества с ВУЗами компания безвозмездно передала институту комплект промышленного оборудования, на базе которого в настоящее время создается специализированный аппаратно-программный стенд, который дополнит материально-техническую базу специализированной лаборатории кафедры «Микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики».

Линейка ПЛК «ОВЕН»: ПЛК-110, ПЛК-160, ПЛК-154 выполнена в строгом соответствии с ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), что обеспечивает их высокую аппаратную и программную надежность. По электромагнитной совместимости контроллеры соответствуют классу А по ГОСТ Р 51522-99 (МЭК 61326-1-97) и ГОСТ Р 51841-2001.

Важнейшими преимуществами ПЛК перед аппаратно-программными платформами кроме высокой надежности и электромагнитной защищенности являются:

- широкая линейка производимых совместимых устройств различного назначения;
- промышленное конструктивное и климатическое исполнение устройств;
- большое разнообразие поддерживаемых протоколов (Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP, DCON, Mass Storage Device) и интерфейсов (RS-232, RS-485, Ethernet 10/100 Mbps, USB-Device);
- применение условно бесплатной среды программирования CoDeSys с поддержкой ряда высокоуровневых языков визуального программирования промышленных контроллеров (IL, LD, FBD, SFC, ST, CFC), не требующих при написании программ высокой квалификации разработчиков;

- поддержка системы SCADA – программного пакета обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации.

Возможность интеграции ПЛК в учебный процесс подтверждается комплексом лабораторных работ, разработанных в рамках учебной дисциплины «Микропроцессорные информационно-управляющие системы». Рассмотрим этапы проведения одной из таких работ, включающую в себя изучение автоматической системы стабилизации температуры теплоносителя на базе ПИД-регулятора, реализованную на ПЛК-154 с элементами визуализации.

На первом этапе осуществляем скачивание и установку программы CoDeSys_v.2.3.9.41 с сайта компании «ОВЕН» (www.owen.ru). Для работы с ПЛК-154 скачиваем и устанавливаем соответствующий Target-файл, содержащий информацию о ресурсах контроллера и обеспечивающий его связь со средой программирования. В качестве языка программирования при открытии программы CoDeSys выберем язык CFC. Язык CFC (Continuous Flow Chart) – высокоуровневый язык визуального программирования (дальнейшее развитие языка FBD), специально созданный для проектирования систем управления непрерывными технологическими процессами.

Реализацию автоматической системы стабилизации температуры осуществим путем соединения типовых блоков с указанием типа соответствующих переменных (рис. 3).

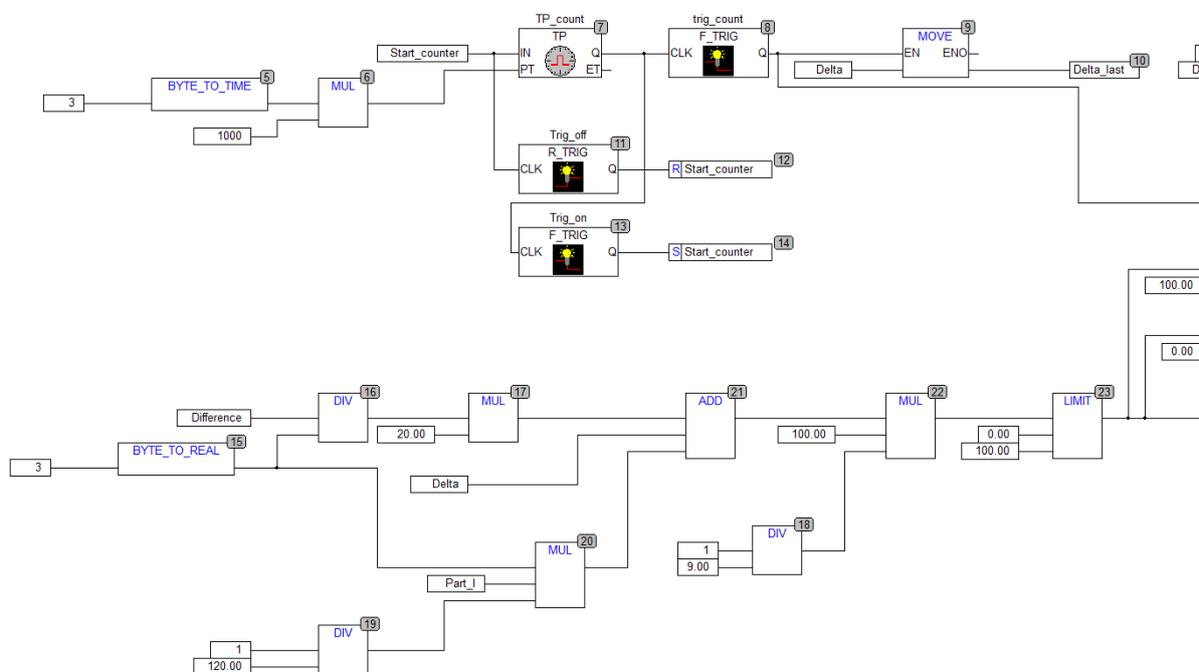


Рисунок 3 - Фрагмент схемы автоматической системы стабилизации температуры

Используя соответствующий раздел программы CoDeSys студенты получают практические навыки сбора, обработки и последующей интерпретации полученной информации с датчиков системы автоматического управления на виртуальную панель контрольно-измерительных приборов (рис. 4).

Важно отметить, что работа синтезированной схемы автоматического управления может быть проверена как на действующем оборудовании учебного стенда, так и в режиме эмуляции, что очень удобно в условиях отсутствия доступа студентов к лабораторному оборудованию при дистанционном формате обучения или в процессе их самостоятельной подготовки.

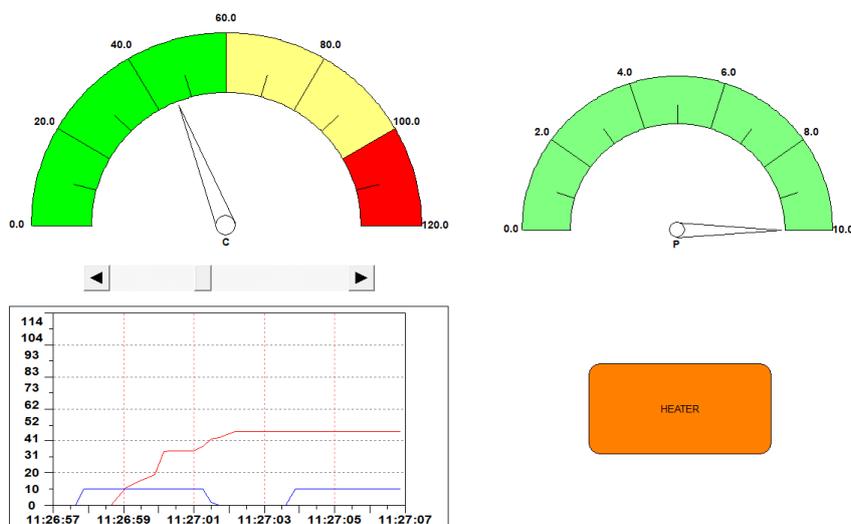


Рисунок 4 – Подсистема визуализации программы CoDeSys

Таким образом, по мнению авторов, ПЛК и методы их программирования могут быть предложены в учебный процесс для интегрирования в учебные планы и разделы рабочих программ соответствующих дисциплин.

Список использованной литературы

1. Создание аппаратно-программного комплекса увязки устройств полуавтоматической блокировки с электрической централизацией на международном стыке Забайкальск-Маньчжурия / А.Н. Сенотрусов [и др.] // Образование - наука – производство: материалы Всероссийской научно-практической конф. – Чита, 2018. – С.186-191.
2. Создание аппаратно-программного комплекса мажоритарного учета кодовых циклов для снижения сбоев кодов АЛСН / К.В. Менакер [и др.] // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2019. – Т.1. – С. 252-257.

3. Разработка подсистемы визуализации пульт-табло релейных электрических централизаций на основе современных микропроцессорных технологий / А.В. Кузнецов [и др.] // Образование - Наука – Производство: материалы IV Всероссийской научно-практической конф. – Чита 2020. – С.144-149.

Информация об авторах

Пультяков Андрей Владимирович - к.т.н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Иркутск, pultyakov@irgups.ru

Менакер Константин Владимирович - кандидат технических наук, доцент, кафедра «Электроснабжение», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 672040, Забайкальский край, г. Чита, ул. Магистральная, 11, e-mail: menkot@mail.ru

Востриков Максим Викторович - старший преподаватель, кафедра «Электроснабжение», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 672040, Забайкальский край, г. Чита, ул. Магистральная, 11, e-mail: aspirin1979@mail.ru