

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОНТРОЛЛЕРОВ ВЫБИРАЮТ ТЕХНОЛОГИЮ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ISaGRAF 6: ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ, РАСШИРЯЕМОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ

А.Е. РИЗО, С.В. ЗОЛОТАРЕВ (Компания “ФИОРД”)



Представлена краткая информация о современных отечественных программируемых контроллерах (ПЛК) со встроенной поддержкой технологии ISaGRAF. Во всех представленных контроллерах используется версия исполнительная системы ISaGRAF 6 Fiord Target, разработанная специалистами компании “ФИОРД” (Санкт-Петербург). Кроме общеизвестных возможностей таких, как соответствие международным стандартам IEC 61131-3 и IEC 61499, эти ПЛК имеют серьезные конкурентные технические и коммерческие преимущества, важные для отечественного рынка. Ключевые из них – расширяемость, безопасность, отсутствие незадекларированных возможностей, квалифицированная техническая поддержка. В статье представлены контроллеры компаний НПО “Вымпел”, “Сегнетикс”, “НПЦ “Европрибор”, “Энергия-Источник” и “КОНТИНЕНТ”, а также компании “ФИОРД”.

Ключевые слова: ISaGRAF, стандарты IEC 61131-3 и IEC 61499, Modbus RTU/TCP, ISaGRAF 6 Fiord Target, ОС Linux, DCON, FDA, МЭК 60870-5-104, ПЛК “Symbol-100”, ПЛК ЭНИ-750, ПЛК “БУК”, Segnetics SMH2Gi, ПЛК3000, Колибри-K1.

Сразу отметим, что различные версии (3, 4 и 5) технологии ISaGRAF давно и успешно используются ведущими отечественными производителями ПЛК и системными интеграторами такими, как ТЕКОН (Москва), Fastwell и Прософт (Москва), АБС ЗЭИМ Автоматизация (Чебоксары), КБ “АГАВА” (Екатеринбург), Альбатрос (Москва), СКБ Промавтоматика (Зеленоград), “Модульные Системы Торнадо” (Новосибирск), ООО “Крона” (Санкт-Петербург), ТрейГмбх (Пенза). Но в настоящее время, особенно в связи с ориентацией на импортозамещение, значительно увеличился интерес отечественных производителей к ISaGRAF. С чем это связано? На наш взгляд, это объясняется сочетанием высокой многолетней репутации и функциональных возможностей ISaGRAF таких, как соответствие международным стандартам IEC 61131-3 и IEC 61499, и инновационных расширений ISaGRAF, добавленных специалистами компании “ФИОРД”. Все это в совокупности обеспечивает серьезные конкурентные технические и коммерческие преи-

мущества, важные для отечественного рынка. Ключевые из них – расширяемость, безопасность, отсутствие незадекларированных возможностей, квалифицированная техническая поддержка, гибкая бизнес-модель поставки. Обратим внимание еще на один продукт компании “ФИОРД” – FIO-PAC Suite [1], программный пакет для контроллеров LinPAC/XPAC компании ICP DAS, также основанный на технологии программирования ISaGRAF 6 и Единой Платформе Автоматизации (АСР).

Перед тем, как перейти непосредственно к описанию отечественных программируемых контроллеров (ПЛК) со встроенной поддержкой технологии программирования ISaGRAF 6, вкратце напомним о технологии ISaGRAF. Комплекс средств ISaGRAF компании Rockwell Automation (владельца торговой марки ISaGRAF) широко известен как инструмент разработки приложений для ПЛК на языках стандарта IEC 61131-3 и IEC 61499, который позволяет создавать локальные или распределенные системы управления процессами. Основа технологии – среда разработки при-

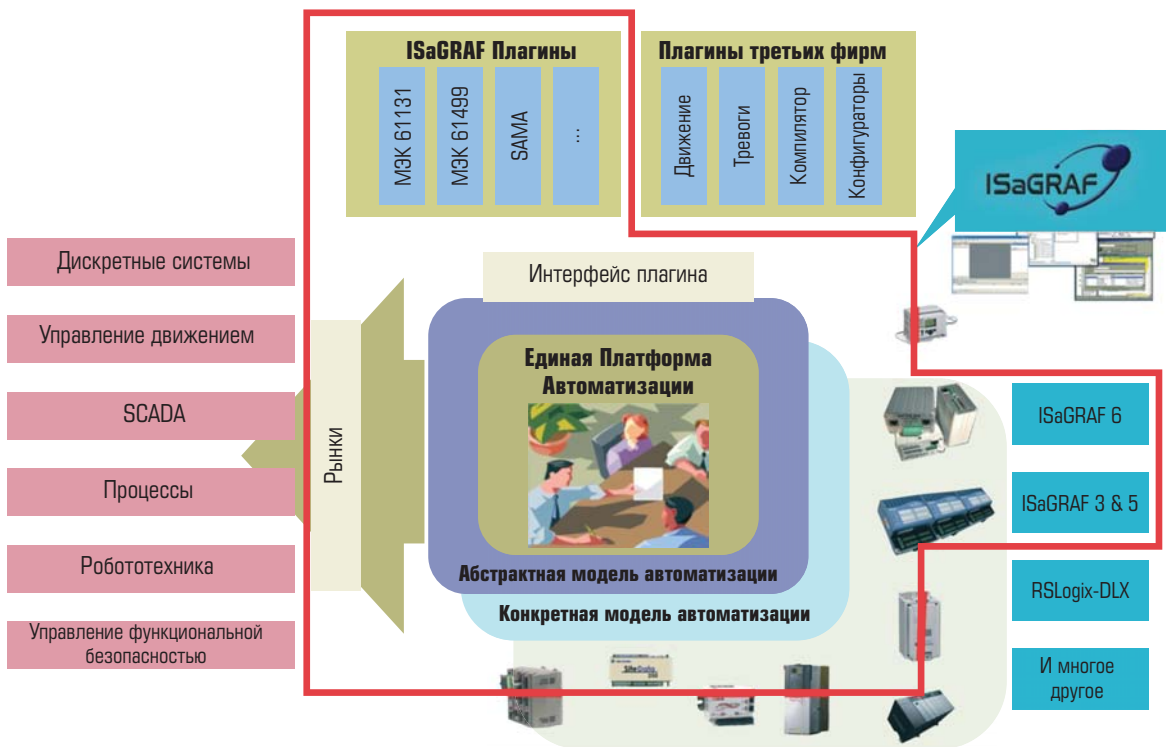


Рис. 1. Общий взгляд на Единую Платформу Автоматизации

ложений ISaGRAF Workbench и адаптируемая под различные аппаратно-программные платформы исполнительная система (ИС) ISaGRAF Runtime (Target). В ISaGRAF поддерживаются все пять языков стандарта IEC 61131-3:

- IL – Instruction List (Язык инструкций), близок к языку ассемблера;
- ST – Structured Text (Структурированный текст), адаптированный вариант языка Паскаль;
- LD – Ladder Diagram (Язык релейных диаграмм), графический язык в терминах контактов электромагнитных реле и их обмоток;
- FBD – Function Block Diagram (Язык функциональных блоков), графический язык представления инструкций;
- SFC – Sequential Function Chart (Язык последовательных функциональных схем).

На основе современной версии ISaGRAF 6 разработана Единая Платформа Автоматизации (ACP, Automation Collaborative Platform) [2, 3] как среда, управляемая с помощью открытых подключаемых модулей – плагинов, и представляющая собой расширяемый слой абстракции с общим интерфейсом, который обеспечивает унифицированные функциональные возможности, выбираемые пользователем с целью интеграции разнородных

продуктов в единую интегрированную среду разработки (рис. 1).

Специалистами компании “ФИОРД” (официального дистрибьютора ISaGRAF в России) разработана собственная версия исполнительной системы – ISaGRAF 6 Fiord Target, которая может включать драйверы протоколов Modbus RTU/TCP в режимах Master/Slave, драйверы для устройств ввода-вывода, библиотеки функций (функциональные блоки ПИД-регулятора, ШИМ, быстрая обработка массивов и матриц, модуль отправки тревог, фильтры сигналов, модуль инициализации переменных, работа с последовательным портом, чтение/запись значений переменных с/на диск, отправка SMS сообщений, вызов внешних программ, работа с таймером). В ISaGRAF 6 Fiord Target по желанию пользователя могут быть включены дополнительные опции, такие как архивирование, быстрый обмен данными с контроллерами через FDA OPC Server, драйверы протокола IEC 60870-5-104 Master/Slave, модуль горячего резервирования, планирование действий на объекте по расписанию.

Теперь приведем данные по конкретным ПЛК отечественных разработчиков со встроенной исполнительной системой ISaGRAF 6 Fiord Target.



Рис. 2. Внешний вид контроллера Колибри-K1 вместе с модулями ввода-вывода Beckhoff

КОЛИБРИ-K1
 (“ФИОРД”, Санкт-Петербург)

ПЛК Колибри-K1 (рис. 2) включает исполнительную систему ISaGRAF 6 Fiord Target под ОС Linux и является одним из элементов программно-аппаратного комплекса “Колибри” для информационно-управляющих систем (<http://colibri.fiord.com>). Программное обеспечение контроллера может включать разные наборы драйверов в зависимости от задачи: Modbus TCP/RTU Master/Slave, DCON, FDA, МЭК 60870-5-104 Master/Slave, драйвер цифровых входов и цифровых выходов. По быстродействию и своим ресурсам ПЛК

Колибри-K1 можно сопоставить с контроллером LinPAC компании ICP DAS, но по цене он значительно дешевле как LinPAC, так и контроллеров этой “весовой категории” других производителей. Немаловажно, что он предназначен для работы в расширенном температурном диапазоне (от -40 до +85 °С).

Колибри-K1 – это законченное решение на базе высокоинтегрированного процессора Freescale iMX28 с ядром семейства ARM9. Устройство может применяться в системах сбора данных, в качестве преобразователя интерфейсов и управляющего контроллера. Порты ввода-вывода общего назначения данного компьютера могут применяться для управления внешними устройствами. Корпус устройства предназначен для крепления на DIN-рейку. Коммуникационные порты: 3 порта RS-485, 1 порта RS-232, Ethernet 10/100 Мбит, последовательный порт консоли, 1 порт USB 2.0, 2 цифровых входа, 2 цифровых выхода, SPI, I2C, UART, GPIO. Система: процессор Freescale iMX287 454 МГц ARM9, ОЗУ 128 Мб DDR2, NAND Flash 256 Мб (возможно увеличение до 1Гб), RTC с автономным питанием, настройка и управление – последовательная консоль, ssh-консоль. Эксплуатационные характеристики: питание 5В, рабочий диапазон температур -40... +85 °С, корпус на DIN-рейку. В зависимости от задачи можно применять дополнительные модули ввода/вывода с креплением на DIN-рейку с соединением по RS-485 или Ethernet из номенклатуры таких компаний, как ОВЕН, ICP DAS (i7xxx), Beckhoff и др.

ПЛК3000
 (НПО “Вымпел”, Саратов)

НПО “Вымпел” (<http://npovympel.ru/>) – ведущий отечественный разработчик и производитель средств автоматизации объектов добычи, транспорта и распределения в нефтегазовой отрасли разработал и успешно использует ПЛК3000 (рис. 3) с поддержкой ISaGRAF. Комплексное решение (ISaGRAF+ПЛК3000) внедрено в системе автоматического управления технологическими скважинами 1Т, 2Т Калининградского УПХГ ООО “Газпром ПХГ” и контролируемом пункте кранового узла №91 системы линейной телемеханики магистрального газопровода “Бухара – Урал” (Челябинское ЛПУМГ ООО “Газпром Трансгаз Екатеринбург”). Результат сотрудничества НПО “Вымпел” и компании “ФИОРД” – возмож-

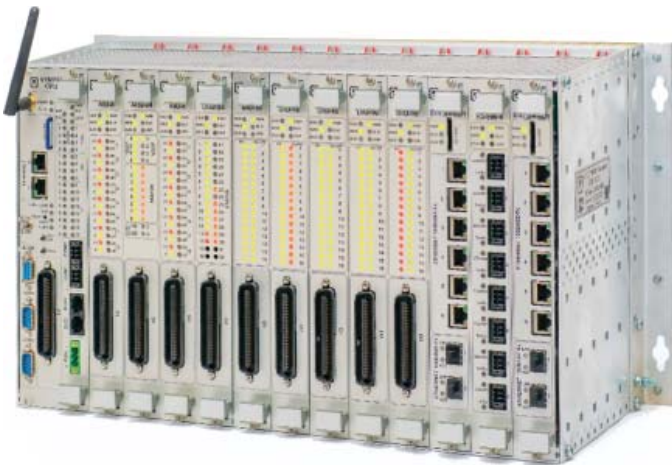


Рис. 3. Внешний вид ПЛК3000



Рис. 4.
Внешний вид ПЛК
Segnetics SMH2Gi

ность применения в проектах высокой степени сложности и ответственности. ПЛК3000 выполняет функции контроля и управления локальным оборудованием, связи с уровнем диспетчерского управления и с другими функциональными узлами.

Основные преимущества ПЛК3000:

- Сверхнизкое потребление электроэнергии, возможность гибкого управления питанием компонентов системы.
- Модульная конструкция, максимальная адаптация аппаратуры для создания систем автоматизации различной сложности.
- Использование инструментальной системы программирования ISaGRAF с поддержкой всех языков стандарта МЭК 61131-3.
- Высокая информационная емкость.
- Конструкция контроллера обеспечивает естественное охлаждение элементов модулей.
- Широкий температурный диапазон работы: от -60 до $+60$ °С.
- Защита от аварий.
- Поддержка защищенного обмена данными через промышленные сети и Интернет.

Один крейт ПЛК3000 позволяет использовать до 592 линий дискретного ввода/вывода, до 288 линий аналогового ввода/вывода, до 100 линий последовательных интерфейсов RS-232/RS-485, до 74 каналов Ethernet типа "витая пара", до 24 оптоволоконных каналов Ethernet. Крейт ПЛК3000 соответствует стандарту "Евромеханика". Высота поддерживаемых модулей 6U (233,35 мм). Ширина поддерживаемых модулей 6ТН (30,48 мм). Ширина поддерживаемых базовых модулей соответствует двойному шагу (60,96 мм). Можно проектировать контроллеры, имеющие в своём составе до трех крейтов.

Обновление программного обеспечения ПЛК3000 осуществляется через набор отладочных интерфейсов: отладочный RS-232, Ethernet,

Wi-Fi (режим ad-hoc). Контроллер ПЛК3000 поддерживает следующие информационные протоколы для различных коммуникационных интерфейсов: TCP, UDP, IP, PPP, NTP, DHCP, Modbus RTU, МЭК 60870-5-101/104.

Все модули поддерживают режим "блокировка", при котором все выходы модулей принимают заранее определенное состояние в случае подачи определенного сигнала блокировки. Изделие поддерживает различные режимы энергосбережения: отключение незадействованных компонентов, уменьшение производительности с целью снижения энергопотребления, режимы сна.

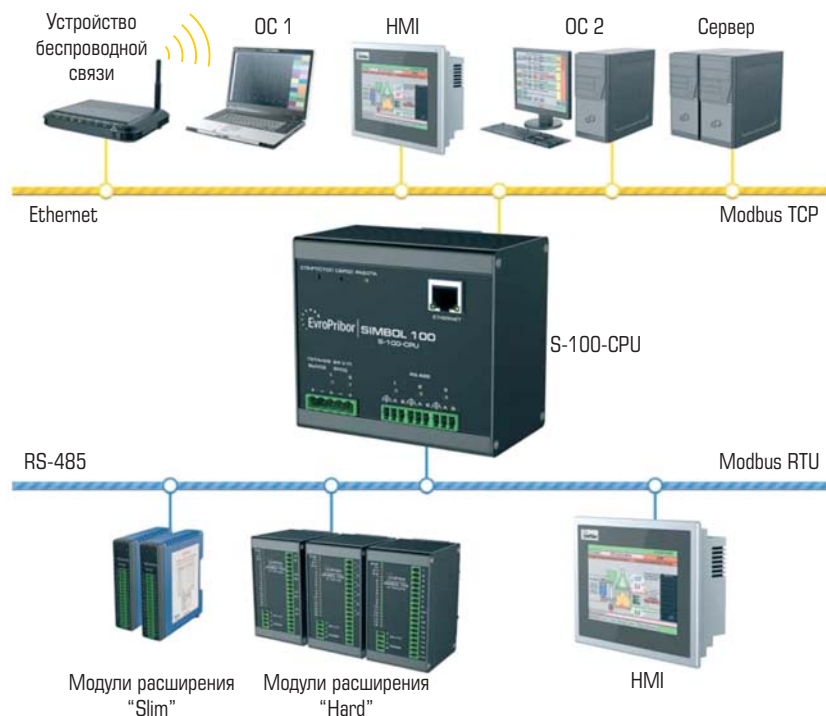
ПАНЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР

Segnetics SMH2Gi
(ООО "Сегнетикс",
Санкт-Петербург")

Компания "Сегнетикс" (<http://www.segnetics.com>) – крупный отечественный разработчик современных ПЛК серии SMH. Мощный панельный ПЛК Segnetics SMH2Gi (рис. 4) со встроенной операционной системой Linux и средой программирования ISaGRAF ACP 6.4. ПЛК Segnetics SMH2Gi предназначен для автоматизации инженерных систем зданий и технологических процессов в промышленности. Важными особенностями ПЛК SMH2Gi являются следующие:

1. Высокая степень модульности: кроме встроенных COM-портов RS-485 и RS-232, можно выбрать сетевой модуль Ethernet или LON (технология NETcard).
2. При добавлении новых модулей расширения нет необходимости демонтировать контроллер или разбирать его. Это значительно упрощает работу в процессе расширения системы и её наладки.

Рис. 5.
Пример системы на основе
ПЛК "Simbol-100"



3. Возможность работы в сетях, построенных на Modbus и Ethernet (Modbus TCP/IP) в роли ведомого (Slave) или ведущего (Master) устройства.
4. Монохромный графический дисплей, позволяющий выводить различные объекты визуализации и графики процессов, и текст различного размера.

На контроллер портирована целевая система ISaGRAF с поддержкой драйверов для модулей компании "Сегнетикс" серии MR и MC. Для среды разработки АСР разработан плагин, позволяющий сконфигурировать в проекте модули, загрузить целевую систему на контроллер и лицензировать ее. Также в целевую систему включена система текстового отображения ISaTUI на экране контроллера, что дает возможность формирования текста в любой области экрана с различными возможными атрибутами (мигание, подчеркивание, изменение цвета фона (для цветных дисплеев) и шрифта). Также данная надстройка была расширена за счет виртуальных экранов. Эти экраны позволяют формировать сразу всю необходимую информацию, и дальше остается только переключаться между виртуальными экранами. На реальный экран выводится один из выбранных виртуальных экранов, причем изображение на нем уже сформировано, что положительно влияет на скорость отображения и обновления информации на

реальном экране. Помимо организации вывода ISaTUI позволяет получать коды нажатых клавиш контроллера, что дает возможность сделать управление перелистыванием экранов и активацию режима Тест. В Целевую систему еще входит драйвер Imx27 для работы с дискретным входом-выводом, расположенным на борту контроллера и поддержка управления всеми четырьмя индикаторами контроллера для своих нужд, что позволит дополнительно сигнализировать о той или иной ситуации, помимо вывода информации на экран контроллера.

ПЛК "Simbol-100" ("НПЦ "Европрибор", Витебск)

ПЛК "Simbol-100" (рис. 5) разработан компанией "НПЦ "Европрибор" (Витебск, Белоруссия, <http://www.epr.by>) и предназначен для управления технологическими процессами в промышленности. "НПЦ "Европрибор" является одним из лидеров среди поставщиков комплексных решений в области промышленной контрольно-измерительной аппаратуры на белорусском рынке и в странах СНГ. ПЛК "Simbol-100" используется совместно с модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, которые подключаются к ПЛК с помощью промышленной сети на основе интерфейса RS-485 и протоколов Modbus RTU. Модуль центрального процессора "S-100-CPU"

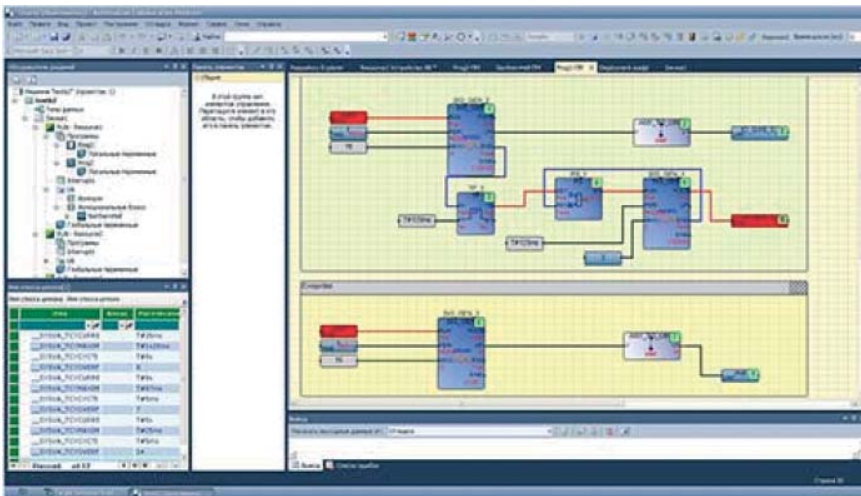


Рис. 6.
Пример интерфейса
ISaGRAF 6 ACP Workbench

управляет вводом сигналов, принимаемых от датчиков при помощи модулей расширения, обрабатывает полученные данные в соответствии с пользовательской программой и выдает информацию и управляющие сигналы. Ввод и вывод сигналов выполняется с помощью модулей расширения, которые могут быть подключены к ПЛК через три последовательных порта с интерфейсом RS-485. Модули расширения могут быть в любой комбинации и в количестве до 128 модулей на порт. Для связи с персональным компьютером или локальной сетью компьютеров ПЛК имеет стандартный интерфейс Ethernet (Modbus TCP и OPC-сервер). ПЛК оборудован памятью (SDRAM) и флеш-картой стандарта SDHC, сторожевым таймером (watchdog) и энергонезависимыми часами реального времени (RTC). На флеш-карте хранятся пользовательские программы и другая информация, необходимая пользователю. В энергонезависимой памяти хранится информация, которую необходимо сохранить при сбоях питания. Все настраиваемые параметры ПЛК также хранятся в энергонезависимой памяти.

ПЛК “Symbol-100” работает под управлением операционной системы Linux. Пользовательская программа на одном или нескольких языках стандарта МЭК 61131-3 работает в среде ISaGRAF 6 (рис.6). Конфигурирование модулей осуществляется с помощью программы S100 Configurator.

Характеристики ПЛК “Symbol-100”:

- Сквозное резервированное питание постоянным током 24 В (АВР реализован в модуле ЦПУ).
- “Запитка” модулей расширения от резервированного питания 24 В и аналоговых и дискретных датчиков от соответствующих модулей ввода-вывода.
- Возможность заказать модули аналогового и дискретного ввода-вывода с любой конфигурацией и любым набором входов (ток – активный/пассивный; напряжение; питание внутреннее/внешнее). Например: модуль S-100-AI6-2A.3P.1V с входами 1, 2 – ток 4-20 мА активный (запитка датчиков от модуля), 3, 4, 5 – ток 4-20 мА пассивный (питание от внешнего источника питания), 6 – напряжение 0-10 В.
- Время опроса: дискретного входа – от 0,1 мс, режим счетчика – до 4 кГц; аналогового входа – <18 мс; температурного входа – <160 мс.
- Возможность одновременного функционирования в модуле ЦПУ различных ресурсов: Modbus TCP Server/Client, Modbus RTU Server/Client, сервер OPC.
- На борту модуля ЦПУ S-100-CPU порт Ethernet 10/100 Мб – 1 шт. и порт RS-485 – 3 шт. Подключение одновременно по Ethernet до шести клиентов. Скорость обмена по шине RS-485 – до 230 400 бит/с, подключение до 128 устройств на один порт RS-485.
- Возможность программного конфигурирования количества каналов в модуле (можно программно отключать каналы) и, таким образом, получать более высокое быстродействие аналоговых или дискретных модулей.
- Соответствие международным и белорусским стандартам IEC 61131-1(2,3), IEC 61499, СТБ МЭК 61131-1-2004, СТБ IEC 61131-2-2010. Сертификат СИ Республики Беларусь, сертификат собственного



Рис. 7. Внешний вид ПЛК ЭНИ-750

производства, сертификат технического регламента Таможенного Союза.

- Для “жестких” условий эксплуатации: защита от “переплюсовки”, электростатических разрядов, “короткого” замыкания, электромагнитных помех, температурный рабочий диапазон – 100... + 600 °С (класс по ЭМС – “А”).
- Расширенная индикация: перегрузка канала, авария канала, отсутствие связи по шине RS-485, включение/выключение канала, наличие питания/“переплюсовка”, обмен данными, выполнение пользовательской программы. “Горячая” замена модулей расширения.

КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПЛК ЭНИ-750 (“Энергия-Источник”, Челябинск)

Приборостроительная компания “Энергия-Источник” (<http://www.en-i.ru>, Челябинск) разработала коммуникационный ПЛК ЭНИ-750 нового поколения с RISC-процессором и поддержкой ISaGRAF с драйверами для Modbus TCP/RTU и дискретных линий ввода-вывода. Назначение коммуникационного ПЛКЭНИ-750 (рис. 7):

- построение распределенных систем управления и диспетчеризации с использованием как проводных, так и беспроводных технологий;
- объединение устройств с различными интерфейсами / протоколами (физически реализуемыми в данных интерфейсах) связи в единую сеть обмена данными;
- создание устройства сбора, обработки и передачи данных;
- построение автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов.

- Коммуникационный ПЛК ЭНИ-750 поддерживает возможность работы в проводных и в беспроводных сетях и программируется с помощью ISaGRAF в среде операционной системы Linux с ядром 2.6.x. Основные технические характеристики ПЛКЭНИ-750:

- Центральный процессор – 32 разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9.
- Объем оперативной памяти – 64 Мб, объем энергонезависимой памяти – 4 Мб + 256 Мб.
- Потребляемая мощность: не более 5 Вт (при отсутствии подключения периферии)/не более 12 Вт (при подключении полного набора периферии), напряжение питания – от 10 до 48 В постоянного тока.
- Встроенные устройства: считыватель карт памяти SD, сторожевой таймер (WD Timer), энергонезависимые часы реального времени, звуковой зуммер.
- Интерфейсы связи: Ethernet 10/100 Мб/с (есть гальваническая развязка), 4 x RS-232/RS-485 (без гальванической развязки), RS-232 полный; три RS-232 (RxD, TxD, GND, RTS, CTS), все RS-485 (A (Data+), B (Data-), GND). Любой из 4 портов может работать либо в режиме RS-232, либо RS-485. Режим выбирается пользователем.
- Порты контроллера (без гальванической развязки): USB-host (стандарт USB 2.0 1.5/12/480 Мбит.с S ≤ 1,8 м). Ограничение по току ≤ 500 мА.
- Внешние модули расширения: подключаются к одному из коммуникационных портов или портов ввода/вывода.
- Исполнение корпуса: унифицированный пластмассовый корпус для крепления на DIN-рейку. Степень защиты корпуса – IP20.
- Индикация передней панели: светодиодная индикация питания, состояния приема/передачи последовательных портов, состояния Ethernet интерфейса – в разъем Ethernet встроены два светодиода.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР “БУК” (ООО “КОНТИНЕНТ”, Санкт-Петербург)

ПЛК “БУК” (рис. 8) разработан компанией “КОНТИНЕНТ” (<http://www.kontinent-spb.ru/>, Санкт-Петербург) и предназначен для управления технологическими и производственными процессами, системами обеспечения жизнедеятельности человека и системами безопас-

ности. ООО «КОНТИНЕНТ» является одним из ведущих предприятий-разработчиков, изготовителей и поставщиков радиоэлектронного оборудования в отраслях транспортного машиностроения и промышленной автоматизации. ПЛК «БУК» – имеет модульную структуру. На DIN-рейку устанавливается центральный процессор с широким набором коммуникационных интерфейсов (Ethernet, RS-485, CAN), к нему по внутренней шине, расположенной прямо в DIN-рейке, присоединяются модули расширения. Ширина типового модуля расширения на 8 каналов – всего 35 мм. Такая сборка может быть помещена как в шкаф с электрооборудованием, так и на отдельное основание для произвольного размещения (рис. 8). Другие возможности ПЛК «БУК»: транспортное исполнение, произвольная аппаратная конфигурация, цифровые входы 24 В, релейные выходы, аналоговые входы напряжения и тока, аналоговые выходы напряжения, обработка термоспротивлений, встроенная SD-карта для журнала, часы/календарь с ионистором, универсальный пульт управления по RS-485.

Пользователь ПЛК «БУК» программирует свои задачи с помощью ISaGRAF 6 Workbench. Исполнительная система – ISaGRAF 6 Fiord Target версии 5.41 с поддержкой Modbus RTU\TCP Master\Slave. Системный уровень ПО контроллера – Digi Embedded Linux (http://www.digi.com/pdf/fs_digiembeddedlinux.pdf) на основе ядра Linux 2.6.35 для ARM-процессоров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование отечественными производителями технологии программирования ISaGRAF – это значительный шаг с точки зрения расширения функциональных возможностей ПЛК и удобства работы пользователей, ориентация на лучший в своем классе продукт в области SoftPLC. Как показано в этом кратком обзоре, технология ISaGRAF с успехом используется отечественными производителями в контроллерах различного исполнения, информационной емкости и функционального назначения. В настоящее время специалистами компании «ФИОРД» ISaGRAF портируется на контроллеры еще нескольких

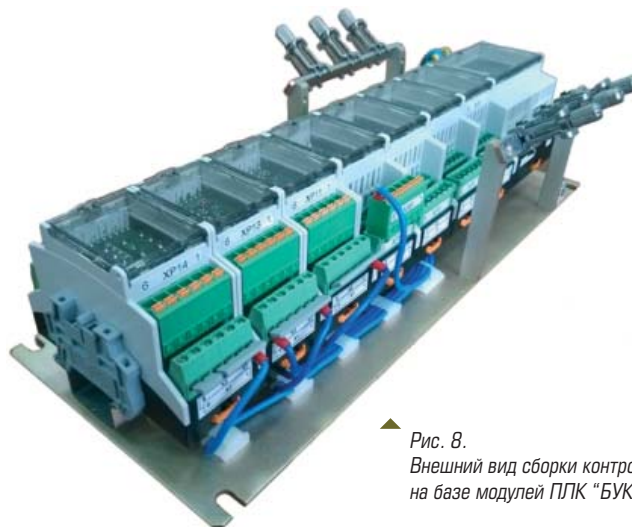


Рис. 8.
Внешний вид сборки контроллера
на базе модулей ПЛК «БУК»

компаний, но об этом мы напишем после завершения работ. Немаловажным фактором, который реально влияет на выбор в качестве инструмента программирования ПЛК отечественными компаниями именно ISaGRAF, является возможность получать высококвалифицированную техническую поддержку компании «ФИОРД», в случае необходимости оперативно добавлять в исполнительную систему требуемые драйверы и функции, а также достаточно гибкая бизнес-модель приобретения и распространения ISaGRAF в России.

Список литературы

1. Ризо А.Е., Золотарев С.В. FIO-PAC Suite – Инновационный отечественный программный инструмент для контроллеров LinPAC/XPAC, Автоматизация и ИТ в энергетике, № 6, 2015 г.
2. Золотарев С.В. Технология программирования контроллеров ISaGRAF 6 претендует на роль единой платформы автоматизации, Автоматизация и ИТ в энергетике, № 4, 2011 г.
3. Колтунцев А.В., Золотарев С.В. ISaGRAF 6.1: динамичное развитие и концептуальные новшества, Автоматизация в промышленности, № 8, 2012 г.
4. Александр Крупенькин. Новый современный инструмент для реализации графического интерфейса с исполнительной системой ISaGRAF, Control Engineering Россия, № 6(48), 2013 г.

Ризо Алексей Евгеньевич – генеральный директор компании «ФИОРД»,

Золотарев Сергей Викторович – канд. техн. наук, ведущий эксперт компании «ФИОРД».

Телефон (812) 323-62-12. E-mail: info@fiord.com <http://www.fiord.com>, www.isagraf.ru, www.fit-pc.ru