

ISaGRAF 6 И ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ ПЛК В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ: НЕКОТОРЫЕ КОНКРЕТНЫЕ ПРИМЕРЫ

С.В. ЗОЛОТАРЕВ (Компания “ФИОРД”)



В статье представлена информация о некоторых решениях на базе технологии программирования контроллеров ISaGRAF 6 для проектов с требованиями работы ПЛК в режиме реального времени. Приведены подробности таких решений на базе ОС РВ QNX Neutrino, ЗОСРВ “Нейтрино” КПДА.10964, VxWorks и расширения реального времени IntervalZero RTX64 для Windows. Цель данной статьи – обратить внимание на то, что, несмотря на постоянное повышение производительности аппаратных средств, по-прежнему востребована и актуальна задача поддержки в SoftPLC инструментах (в том числе, ISaGRAF) возможности работы в режиме реального времени для наиболее ответственных проектов.

Ключевые слова: ISaGRAF 6, ПЛК, ОС РВ QNX Neutrino, ЗОСРВ “Нейтрино” КПДА.10964, VxWorks, SoftPLC, Workbench, Target.



Рис. 1. ПЛК SMART I/O фирмы PEP Modular Computers (Германия) на базе OS-9 и ISaGRAF



Рис. 2. КТС СИКОН TC1775.K1 на базе микроконтроллера SAK TC1775 (Infineon Technology) RISC-архитектуры, ОС РВ Nucleus Plus и ISaGRAF

ISaGRAF ИМЕЕТ БОГАТЫЙ ОПЫТ КООПЕРАЦИИ С ОС РВ

С самого начала своего развития исполнительная система (Target) технологии программирования контроллеров ISaGRAF [1, 2] в значительной степени ориентировалась на применение операционных систем реального времени (ОС РВ, RTOS). Вспомним, например, такие известные в свое время решения, как программируемый логический контроллер (ПЛК) серии SMART I/O (рис. 1) компании PEP Modular Computers (Германия) со встроенной ОС РВ OS-9, которые в России активно использовались в многочисленных проектах компании РТСофт (Москва). Или несколько успешных решений компании “Науцилус” (Москва) для различных контроллеров на базе ОС РВ Nucleus Plus, Nucleus MNT и расширения реального времени Linux RTAI. В частности, КТС СИКОН TC1775.K1 (рис. 2) компании “Компьютерные комплексы” на базе микроконтроллера SAK TC1775 (Infineon Technology) RISC-архитектуры, ОС РВ Nucleus Plus и ISaGRAF был успешно внедрен на предприятиях ВНИИХиммаш и Таджик-Азот.

Можно задать несколько правомерных вопросов относительно того, в каких проектах имеет смысл применять ISaGRAF вместе

с ОС PV. Достаточно широкий класс задач – это проекты, в которых контроллер построен на базе аппаратной архитектуры со встраиваемой ОС PV (например, VxWorks, Nucleus Plus, QNX,...), где фактически нет требований “жесткого” реального времени, а только так называемого “мягкого” реального времени. Другой класс – это проекты с использованием коммуникационных протоколов реального времени. Например, Ethercat, CANopen, Profinet. Еще одно направление – системы с устройствами управления в таких областях как атомная энергетика, металлургия, химия, фармацевтика с очень быстро текущими процессами, задержка в работе которых недопустима.

Следует отметить, что сама реализация исполнительной системы ISaGRAF легко адаптируется к различным базовым программным интерфейсам (семафоры, таймеры,...) ОС PV и расширениям реального времени. Это утверждение относится как к ОС PV с монолитным ядром, так и к многопроцессным, многопоточным и многопроцессорным ОС PV. Достаточно легко исполнительная система ISaGRAF переносится на ОС в стандарте POSIX, а также на различные варианты Linux. Поэтому производители ПЛК с большой охотой и без излишних затрат применяют ISaGRAF в своих изделиях.

РАЗВИТИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ISaGRAF 6 ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ТРЕБОВАНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Новый значительный шаг в сторону поддержки требований реального времени был сделан в версии ISaGRAF 6.1, в которой была реализована поддержка прерываний пользователя (User Interrupt). Поскольку разные типы приложений требуют разные типы прерываний (например, время, импульс, ввод/вывод...), реализация прерываний в ISaGRAF 6 обеспечивается с помощью набора инструментальных средств (toolkit), которые позволяют изготовителям оборудования (ОЕМ-производителям) определить и отобразить свои прерывания в приложении ISaGRAF. Toolkit также включает в себя плагины для конфигурирования и программирования прерываний конечным пользователем. Другим важным новшеством с точки зрения класса задач с повышенными требованиями по непрерывности и отказоустойчивости

(обычно это базовое требование для проектов с требованиями реального времени), является средство восстановления после отказа (Failover). Failover – это режим работы, при котором функции системы управления принимает на себя вторичная система управления в том случае, когда главная система становится недоступной из-за отказа оборудования или при запланированном простое. Эта функция используется для того, чтобы сделать систему управления более отказоустойчивой. Функция восстановления после отказа в ISaGRAF 6.1 дает возможность пользователям модифицировать решения управления и менять условия, при которых контроллер получает или теряет управление.

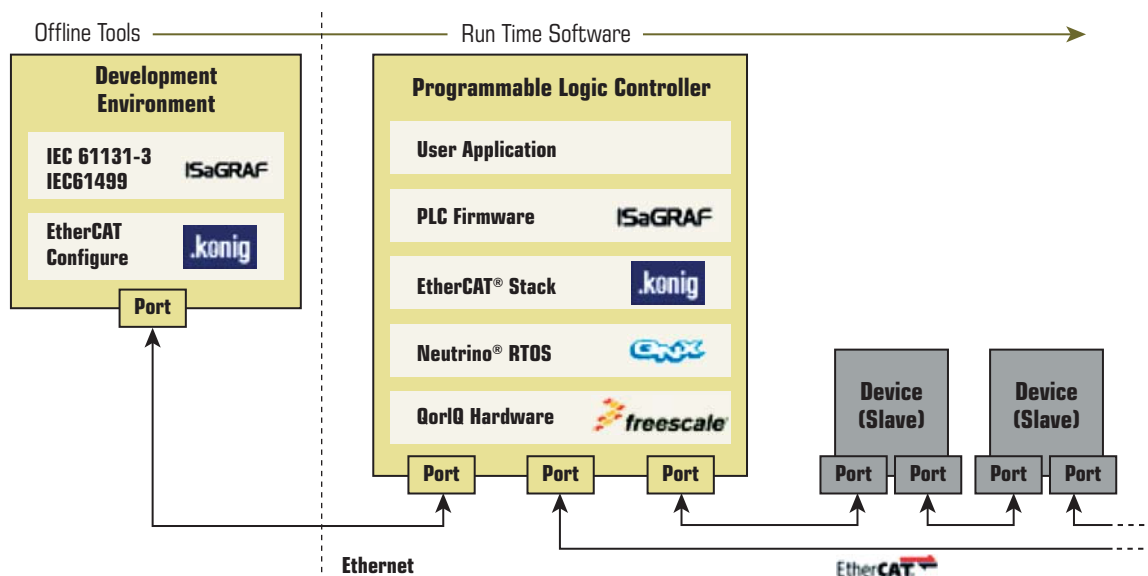
Обратим внимание еще на одно обстоятельство. Важно не только иметь возможность в режиме реального времени собрать и обработать информацию на уровне исполнительной системы ПЛК, но и оперативно доставить ее на следующий уровень. Например, на уровень SCADA-системы. Для обеспечения этого требования компанией “ФИОРД” на основе оригинальной целевой системы ISaGRAF был разработан набор расширений ISaGRAF (как со стороны Workbench, так и со стороны Target), который получил название ISaGRAF 6 FIORD Target. ISaGRAF 6 FIORD Target – полный комплекс решений для высокоскоростной обработки, управления и доставки данных на верхний уровень систем. Одной из наиболее интересных составных частей ISaGRAF 6 FIORD Target является система FDA (Fast Data Access), предназначенная для быстрого доступа к данным реального времени исполнительной системы по запросам от OPC-сервера FDA-OPC либо другого приложения.

Теперь приведем некоторые примеры использования ISaGRAF 6 и ОС PV и расширений реального времени.

ЭТАЛОННАЯ ПЛАТФОРМА EtherCAT НА ОСНОВЕ ISaGRAF 6 И QNX Neutrino

Эталонная платформа объединяет широко известное программное обеспечение для протокола EtherCAT от компании KPA (<https://koenig-pa.de/>), исполнительную систему ISaGRAF и ОС PV QNX Neutrino (<http://www.qnx.com>) для увеличения функциональности, надежности и производительности приложений, взаимодействующих по

Programmable Logic Controller Reference Platform



▲ Рис. 3. Структура эталонной платформы EtherCAT на основе ISaGRAF 6 и QNX Neutrino

протоколу EtherCAT. Эталонная платформа (рис. 3) предназначена для создания ПЛК на основе двухъядерного процессора Freescale QorIQ P1025.

ПЛК эталонной платформы обеспечивает миллисекундное время отклика для задач EtherCAT, используя при этом только один процент процессорного времени одного ядра двухъядерного процессора QorIQ P1025. Это оставляет достаточный запас ресурсов для выполнения протокола связи и управления приложением в одном устройстве. Клиенты могут также распределить функции по обработке на два ядра или изолировать функции управления в реальном масштабе времени на одном ядре, в то время как выполнение функций обработки и связи выполнять на другом ядре. А для более сложных алгоритмов управления семейство процессоров Freescale QorIQ P1 предлагает совместимые по разъемам одноядерные варианты для сокращения затрат и двухъядерные варианты, которые масштабируются до 5,700 млн команд в секунду (MIPS). Программное и аппаратное обеспечение, разработанное на P1025, может быть легко развернуто на всю линейку процессоров QorIQ P1, включая P1012, P1021 и P1016.

Исполнительная система ISaGRAF позволяет разработчикам легко создавать многофункциональные системы управления, основанные на языках стандартов IEC 61131-3 и IEC 61499. Это позволяет легче переносить

существующие приложения на новые платформы, основанные на процессорах QorIQ и ОС PB QNX Neutrino. ISaGRAF обеспечивает полную среду разработки приложений управления под названием ISaGRAF 6 Workbench, которая включает подключаемые модули для функций, таких как языки стандарта IEC 61131-3, интегрированный HMI и KPA Studio для комплексного управления EtherCAT Slave. Модульность ISaGRAF 6 позволяет клиентам создавать собственный вариант Workbench только с теми функциональными возможностями, которые необходимы для их системы управления.

ОС PB QNX Neutrino имеет проверенный послужной список в области ПЛК, систем управления поездами, ветровых турбин, АЭС, систем управления зданиями, автоматизированных систем управления и в других важных отраслях. QNX предлагает метод адаптивного управления процессорными ресурсами (adaptive CPU partitioning), поддержку многоядерности и обеспечивает требуемые возможности для систем автоматизации и управления, включая изоляцию процесса, предсказуемость процесса и механизмы самовосстановления.

Программные модули EtherCAT master и slave от KPA устраняют необходимость в коммутаторах и маршрутизаторах, снижают сложность и стоимость систем автоматизации производства, управления процессами, промышленных электроприводов, устройств

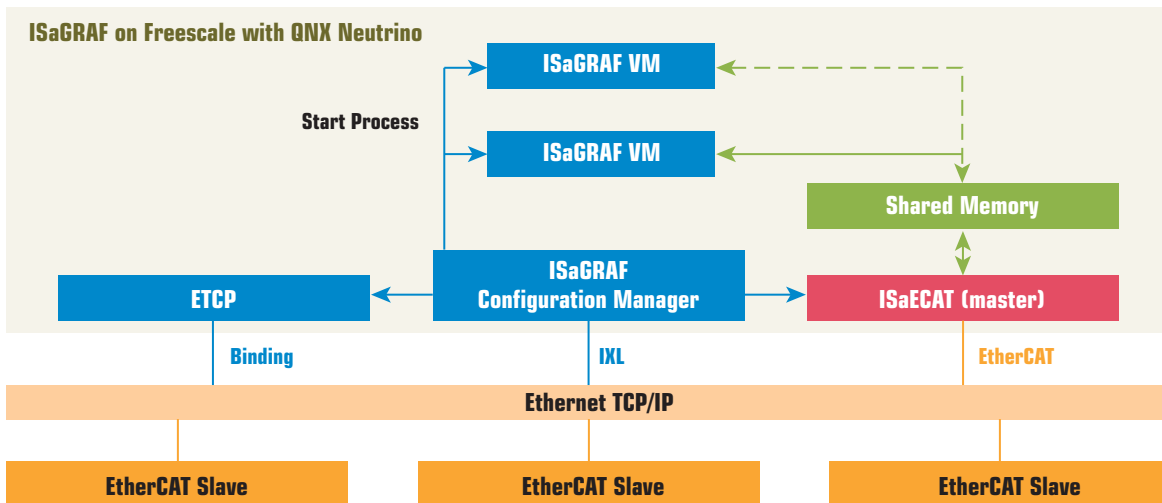


Рис. 4. Структура исполнительной системы ISaGRAF в среде QNX Neutrino для эталонной платформы EtherCAT

управления и обеспечения безопасности движения. EtherCAT master от КПА предлагает простую в использовании функциональность жесткого реального времени, средства конфигурирования и мониторинга сети. Он реализован на языке С для высокопроизводительных, масштабируемых EtherCAT-систем и включает такие функции, как поддержка резервирования, горячего подключения и наличия нескольких мастеров. Инструмент EtherCAT Studio помогает разработчикам легко настроить и отладить сеть EtherCAT, включает различные функции, такие как системный журнал, временной анализ без необходимости использования внешних инструментов, проектирование топологии проекта.

Эталонная платформа ПЛК поддерживается мощными средствами разработки, включая EtherCAT Studio от КПА, ISaGRAF 6 Workbench, QNX Momentics Tool Suite и Freescale CodeWarrior Development Suite и состоит из 4 уровней интеграции:

1. ISaGRAF® Workbench & КПА EtherCAT Studio

Позволяет пользователям запускать КПА EtherCAT Studio внутри среды ISaGRAF 6 и конфигурировать все EtherCAT Slave. Конфигурирование выполняется с помощью чтения xml-файла описания Slave, генерации устройства ввода-вывода в проекте, связывания устройства ввода-вывода с выбранным ресурсом и использования устройства ввода-вывода внутри ресурса.

КПА EtherCAT Studio интегрируется с ISaGRAF 6 Workbench как плагин. В ISaGRAF 6

поддерживаются все возможности КПА EtherCAT Studio: сетевое конфигурирование, топология EtherCAT, диалоговый Chart Viewer, Snapshot Viewer, системный журнал данных EtherCAT, process Image Viewer и расширяемая библиотека для Slave.

Плагин КПА EtherCAT Studio включает логику, которая выступает в качестве связующего звена между конфигурацией, сделанной КПА EtherCAT Studio и проектом пользователя ISaGRAF 6. Он управляет присоединением slave к конкретному ресурсу, установкой IP-адреса мастера, заданием связи устройства ввода-вывода ISaGRAF с соответствующими slave, импортом существующего имени EtherCAT slave в словарь ISaGRAF, обновлением и синхронизацией КПА EtherCAT Studio и ISaGRAF Workbench (например, при удалении ресурса).

2. ISaGRAF Target & EtherCAT Stack

КПА EtherCAT Stack интегрируется с исполнительной системой ISaGRAF Target. Взаимодействие между каждым ресурсом и стеком выполняется через разделяемую память. Доступ к этой разделяемой памяти выполняется через драйвер, автоматически генерируемый с помощью средства EtherCAT Definition Builder.

3. ISaGRAF Target & QNX® Neutrino® RTOS (рис. 4)

4. Процессорный модуль TWR-P1025 на основе Freescale Dual-core QorIQ P1025

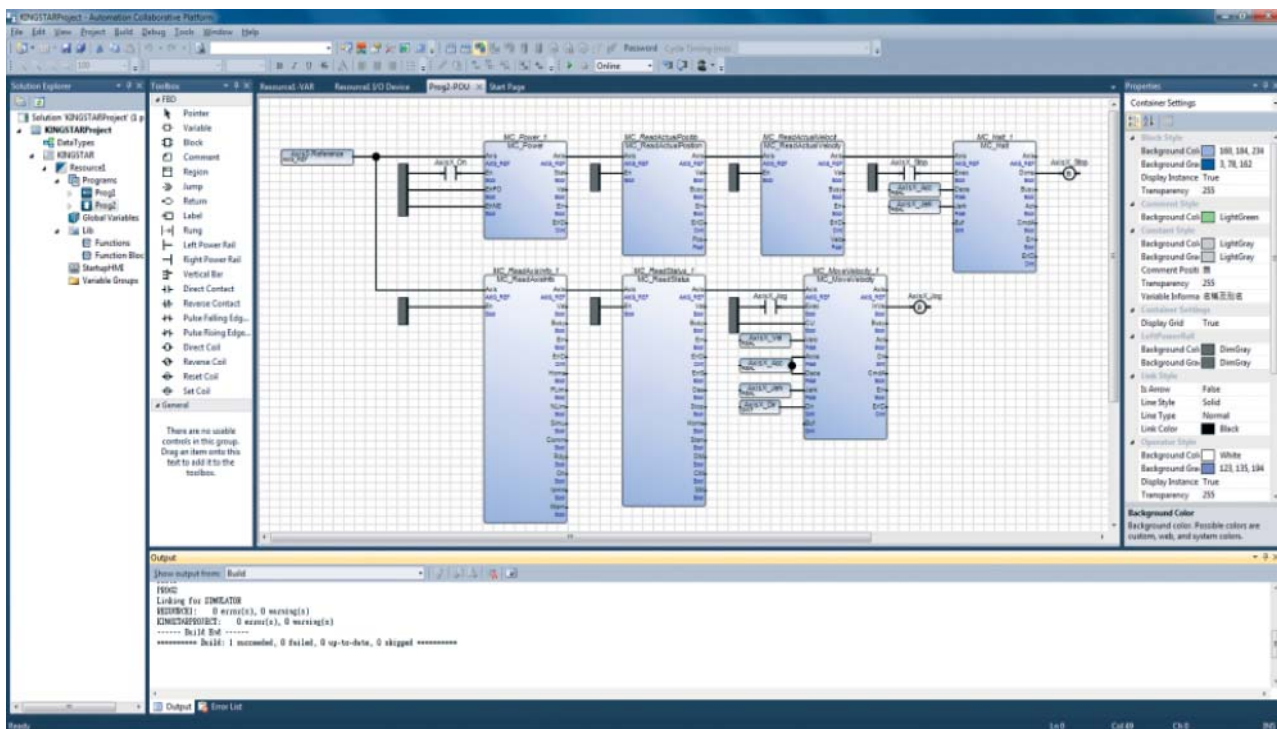


Рис. 5. Пример SoftMotion программы ISaGRAF в решении KINGSTAR

ISaGRAF 6 В СРЕДЕ РАСШИРЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ IntervalZero RTX64 ДЛЯ WINDOWS: ПРЕВРАЩЕНИЕ ОБЫЧНОГО КОМПЬЮТЕРА В ПЛК С ПОДДЕРЖКОЙ SoftMotion

KINGSTAR (<http://kingstar.com/>) предлагает готовое к применению SoftPLC-решение на базе расширения реального времени IntervalZero RTX64 (<http://kingstar.com/products/rtos/>) для Windows и ISaGRAF 6, которое превращает обычный компьютер в ПЛК с поддержкой SoftMotion, машинного зрения и задач промышленной автоматизации. Интересная особенность решения – одна и та же интегрированная среда (IDE) Microsoft Visual Studio и для RTOS и для приложений ISaGRAF (рис. 5).

ISaGRAF В СРЕДЕ ОС VxWorks – ПРОГРАММНОЕ ЯДРО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ

Корейские разработчики представили в статье “Development of Integrated Start-up and Excitation System for Gas Turbine Synchronous Generator” прототип современного высокопро-

изводительного интегрированного контроллера для управления синхронным генератором газовой турбины на базе ISaGRAF в среде ОС VxWorks компании Wind River. Данная разработка (рис. 6) описана на сайте Корейского института научной и технологической информации (<http://www.koreascience.or.kr>).

Одной из наиболее сложных задач, о результатах решения которой говорится в статье, – реализация в среде ISaGRAF достаточно сложных алгоритмов начального запуска камеры сгорания газовой турбины и управления током возбуждения ротора и реактивной мощности синхронного генератора. Система состоит из двух частей – LCI (Load Commutated Inverter) и ECS (Excitation Control system) (рис. 7).

Отметим, что разработчики ISaGRAF являются участниками программы Wind River Partner Validation Program, ориентированной на рынки энергетики, транспорта и управления процессами с помощью решения для систем, связанных с безопасностью, и состоящего из платформы Wind River VxWorks Cert и пакета ISaGRAF FlexiSafe. В частности, комбинация платформы VxWorks Cert и решения ISaGRAF будет являться сертифицированным по уровню SIL3 стандарта IEC 61508 (“Функциональная безопасность систем элект-

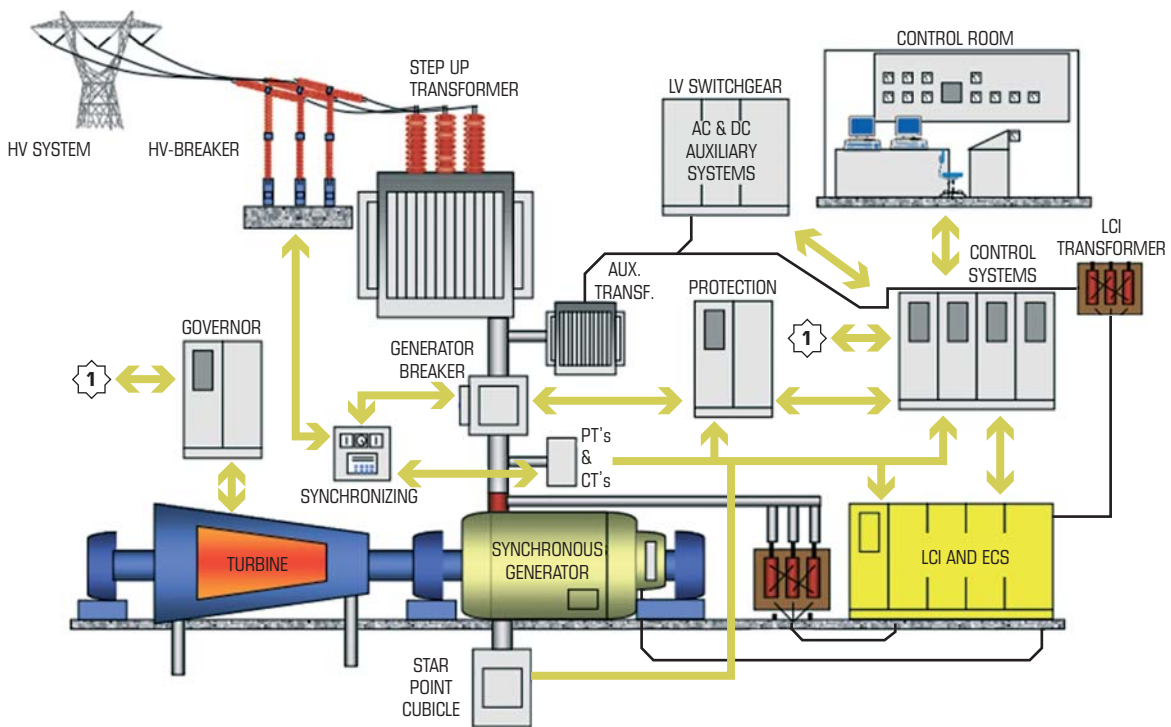


Рис. 6. Диаграмма управления синхронным генератором газовой турбины

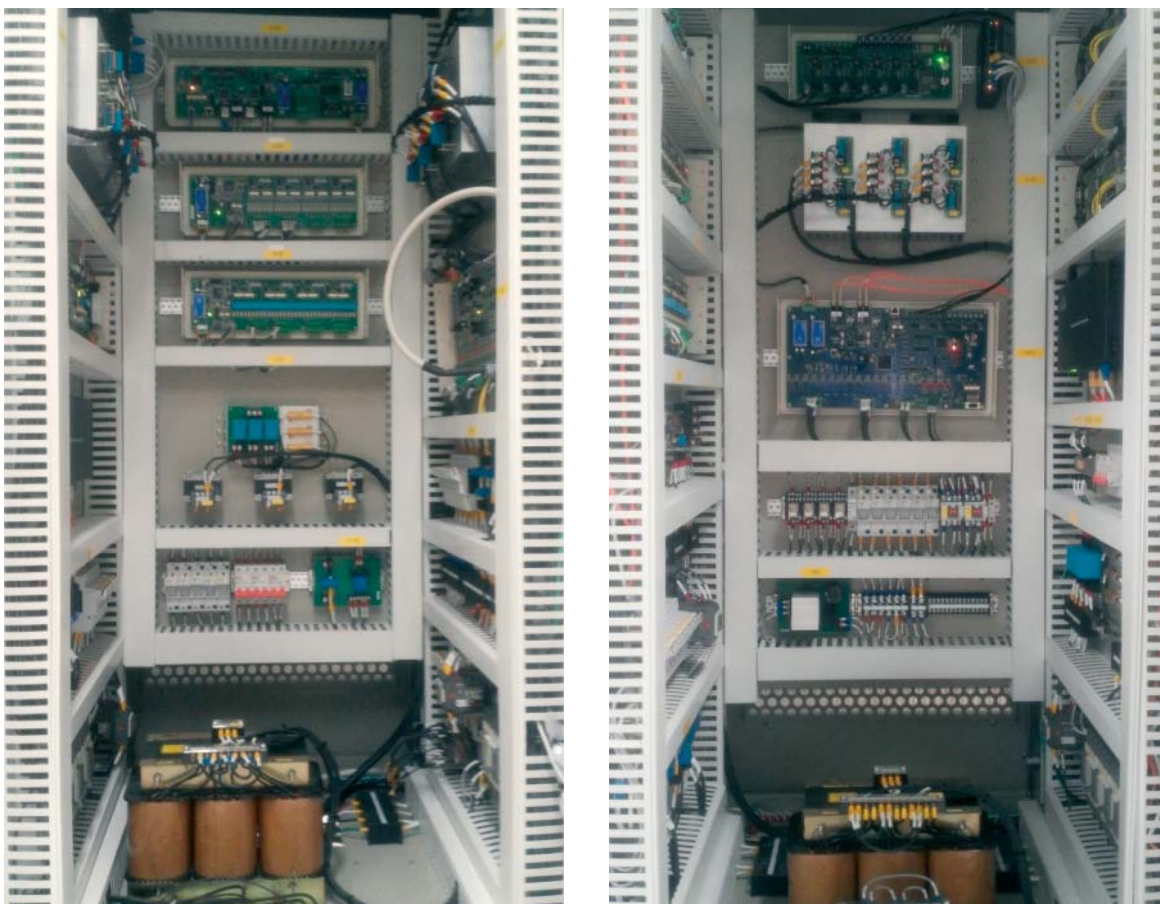


Рис. 7. Внешний вид контроллеров на базе VxWorks и ISaGRAF для подсистем LCI и ECS

трических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью”). Термин “связанный с безопасностью” относится к любым техническим и/или программируемым системам, отказ в которых, как одиночный, так и возникший в комбинации с другими отказами или ошибками, может привести к жертвам, травмам или к ущербу для окружающей среды. Уровень полноты безопасности принято оценивать по 4 уровневой шкале: SIL1 – самый низкий, SIL4 – самый высокий. Уровень полноты безопасности SIL3 подразумевает, что число отказов в час будет в диапазоне от 10^{-8} до 10^{-7} .

В контексте рассматриваемой статьи следует еще упомянуть разработки ООО Фирма “Калининградгазприборавтоматика” (“КГПА”), ПАО “Газпром автоматизация” (<http://kgpa.ru>), которая с успехом применяет защищенную ОСРВ “Нейтрино” КПДА.10964 (<http://kpda.ru>) в АСУ ТП объектов с газоперекачивающими агрегатами. В качестве аппаратных средств используются универсальные программируемые контроллеры Fastwel МК-150 и распределенная периферия Fastwel I/O.

КРАТКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в статье краткая информация может быть полезна отечественным производителям ПЛК и обратит их внимание на тот факт, что есть целый ряд предметных областей и наиболее ответственных проектов, в которых по-прежнему обосновано использование ОС РВ и расширений реального времени в качестве базового программного обеспечения в сочетании с технологией ISaGRAF. И это подтверждается практикой как за рубежом, так и в России.

Список литературы

1. *Золотарев С.В.* Система программирования контроллеров ISaGRAF 5, как основа для создания ПЛК нового поколения, Мир автоматизации, № 6, 2009 г.
2. *Золотарев С.В.* Технология программирования контроллеров ISaGRAF 6 претендует на роль единой платформы автоматизации, Автоматизация и ИТ в энергетике, № 4, 2011 г.

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