

СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА IEC61499 И СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ISaGRAF 5

А.В. Колтунцев, С.В. Золотарев (Компания ФИОРД)

Рассматривается инновационный стандарт IEC61499, предназначенный для унификации правил создания распределенных приложений и применения функциональных блоков в измерительных и управляющих системах. Рассмотрена первая в мире реализация этого стандарта в среде программирования контроллеров ISaGRAF 5 компании ICS Triplex (www.icstriplex.com).

Ключевые слова: системы программирования контроллеров, стандарт IEC61499, распределенные приложения.

Стандарт IEC61499 – основа для создания распределенных приложений для контроллеров

Работа по разработке стандарта IEC61499 велась в рамках международной электротехнической комиссии МЭК (IEC, International Electrotechnical Commission) в рабочей группе WG63 технического комитета TC65. Обсуждение будущего стандарта IEC61499 началось в октябре 1990 г., активная работа над ним – в марте 1992 г., период апробации подготовленного проекта стандарта – в марте 2001 г. и, наконец, завершение разработки – в 2005 г.

Стандарт IEC61499 разделен на четыре части, но его реализация основывается на первой и второй частях: Часть 1. Архитектура и функциональные блоки; Часть 2. Требования к программным средствам.

Официальный сертификат о полном соответствии ISaGRAF 5 стандарту IEC61499 выдан независимой компанией TÜV Rheinland в июле 2007 г. Соответствующий список документов по сертификации ISaGRAF 5 доступен на сайте компании TÜV Rheinland (<http://www.tuvdotcom.com/>).

Полезным документом при знакомстве со стандартом IEC61499 является сборник ответов на наиболее часто задаваемые вопросы по этому стандарту [1].

Стандарт IEC61499 определяет *распределенную, управляемую событиями* архитектуру и требования к программному инструментарию для инкапсуляции, встраивания, развертывания и интеграции ПО в интеллектуальных устройствах, машинах и системах. В основу проекта положены стандарты IEC61131-3 и IEC61158 (Fieldbus).

Стандарт IEC61499 определяет распределенную модель как разбиение различных частей промышленного процесса автоматизации и сложной системы управления на функциональные модули – функциональные блоки, которые могут распределяться и взаимодействовать по коммуникационной сети через множество контроллеров.

Приложение становится распределенным путем размещения экземпляров функциональных блоков на различных ресурсах в одном или более устройствах. Функциональные блоки являются атомарными элементами распределения. Приложение со многими функциональными блоками отображается как один элемент, хотя экземпляры функциональных блоков распределяются по ресурсам и устройствам.

Ключевой особенностью функциональных блоков IEC61499 является управление ими с помощью внеш-

них событий, а не только с помощью входных данных. Например, рассмотрим трамвай, в котором распределенное приложение управляет открыванием/закрыванием нескольких дверей в разных вагонах. Все функциональные блоки IEC61499 одновременно выполняют действие "открыть/закрыть" дверь, когда получено событие "открыть" или "закрыть". На практике также известны системы управления, где присутствуют несколько устройств, которые могут объединяться через коммуникационную сеть.

Приложение может содержать один или более циклов управления. Например, ввод данных выполняется на одном устройстве, управление – на втором, а преобразование выходных данных – на третьем. Эти совместные циклы управления разделяют данные предсказуемым и детерминированным образом, описанном в стандарте IEC61499. Стандарт IEC61499 вводит ряд понятий.

System (Система) – набор устройств, связанных и взаимодействующих друг с другом посредством коммуникационной сети, состоящей из сегментов и соединений.

Device (Устройство) – независимая физическая единица, способная к выполнению одной или более определенных функций в конкретном контексте и ограниченная имеющимися интерфейсами.

Resource (Ресурс) – функциональная единица, выполняющая независимое управление работой устройства и обеспечивающая различные сервисы для приложений, включая планирование и выполнение алгоритмов.

Application (Приложение) – программная функциональная единица, специфичная для решения задачи в системе управления и измерения. Приложения могут быть распределены между устройствами и могут взаимодействовать с другими приложениями.

Function block (Функциональный блок, ФБ) – программная функциональная единица, являющаяся наименьшим элементом в распределенной системе управления. ФБ использует машину состояний (state machine) с диаграммой управления выполнением (execution control chart – ECC) и алгоритмом работы ФБ.

На рис. 1 показана распределенная модель системы управления в соответствии со стандартом IEC61499.

С точки зрения среды ISaGRAF, устройство – это аппаратное средство (контроллер), способное выполнять цикл управления, имеющее процессор, па-

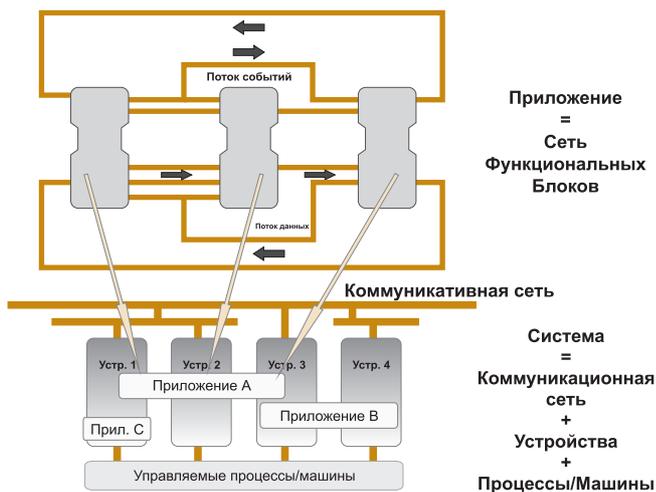


Рис. 1. Общая диаграмма системы в стандарте IEC61499

мать и способное присоединяться к коммуникационной сети, когда используется в распределенном приложении. Устройства решают задачу управления или измерения и могут быть в составе интеллектуального исполнительного механизма, такого как клапан или расходомер. Любая полевая шина может работать как коммуникационная сеть (Profibus, DeviceNet, Industrial Ethernet). Некоторые сети являются более быстрыми, в то время как другие – более детерминированными. Выбор сети зависит от процесса управления.

В ISaGRAF каждая система может быть распределенной, и это может быть показано средствами ISaGRAF с различных точек зрения. Например, может быть показана модель системы (рис. 2). Пиктограмма ФБ (коричневый символ), показанная ниже устройства, означает, что ФБ имеет часть, выполняющуюся в этом устройстве. Коммуникационная сеть соединяет вместе устройства, которые являются частью распределенной системы. Коммуникационная сеть отображается в ISaGRAF, если она сконфигурирована в системе. Причем часть устройств могут использовать одну коммуникационную сеть, в то время как другие устройства – другую сеть. Элементы ISaGRAF используют коммуникационную сеть в прозрачном режиме. При построении и компиляции приложения генерируются все требуемые для связи параметры.

Приложение Application_A имеет части, работающие на первом, втором и третьем устройстве. Приложение Application_B имеет части, выполняемые на двух последних устройствах системы. Приложение Application_C работает только на первом устройстве. Каждая часть Application_A обменивается соответствующей информацией через коммуникационную сеть. Аналогично и для Application_B.

В модели системы двойной клик на приложении отображает его схематический вид – модель приложения (рис. 3). Это одна общая схема для распределенного приложения без разграничения на устройства.

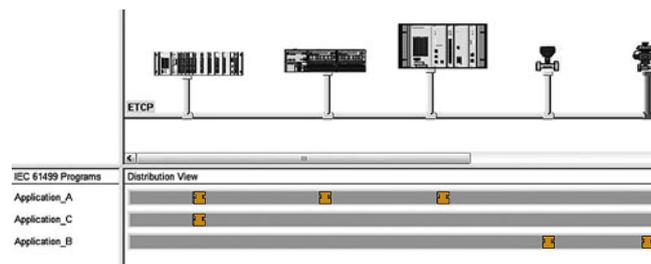


Рис. 2. Представление Модели Системы

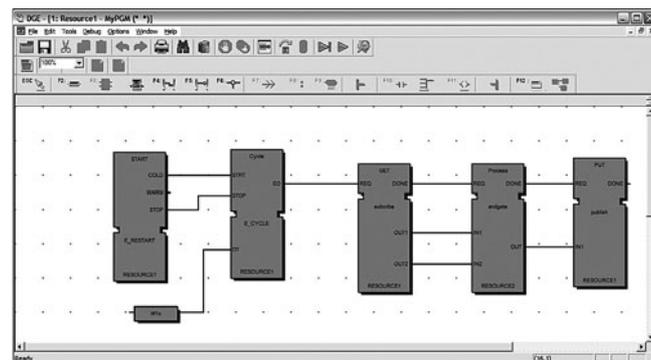


Рис. 3. Представление Модели Приложения в ISaGRAF в соответствии с IEC61499

Каждому ФБ в приложении может присваиваться ресурс, который одновременно присваивается и устройству.

Событие и сигналы данных между ФБ отображаются графически благодаря генератору распределения ISaGRAF. Генерируемые связи обмениваются информацией прозрачно по коммуникационному интерфейсу. При этом в коммуникационный интерфейс и в алгоритм выполнения добавляются задержки, которые должны учитываться при проектировании распределенного приложения.

Новый тип функциональных блоков в стандарте IEC61499

В стандарте IEC61131-3 ФБ имел входные/выходные переменные (рис. 4). Входные переменные отображались слева от ФБ, выходные – справа. Был определен целый ряд стандартных (элементарных) ФБ для различных типов данных. Алгоритм для стандартных ФБ был жестко фиксирован и сами стандартные ФБ составляли библиотеку ISaGRAF. Пользователь мог создать свой собственный ФБ, определив его входные/ выходные переменные, а также написав алгоритм преобразования входных переменных в выходные на определенном языке IEC61131-3 (например, языке структурного текста ST). В Приложении D стандарта IEC61499 описано преобразование функциональных блоков IEC61131-3 в IEC61499. Такой пример преобразования приведен на рис. 4

Функциональные блоки IEC61499

Различают базовые (рис. 5) и композиционные (рис. 6) ФБ в стандарте IEC61499. Композиционные функциональные блоки – это набор базовых функциональных блоков IEC61499. Для определения базового функ-

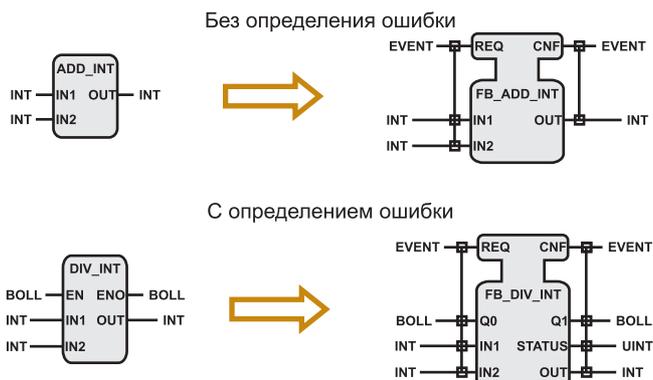


Рис. 4. Пример функционального блока в IEC61131-3 (слева) и его преобразования в ФБ IEC61499 (справа)

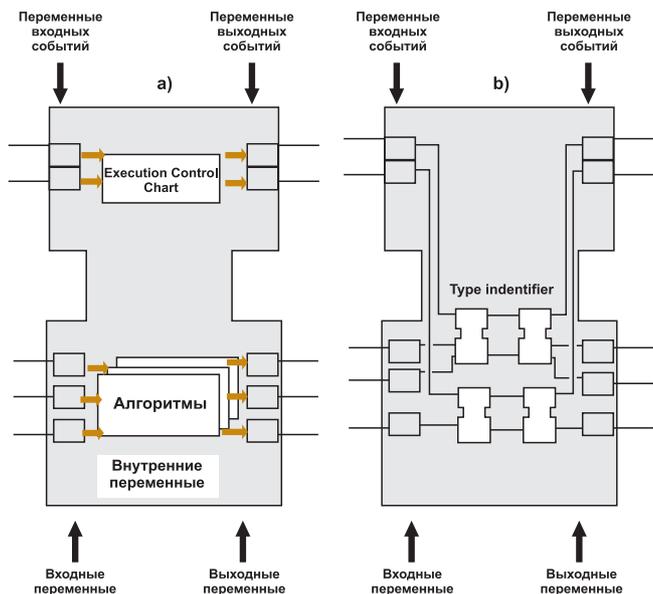


Рис. 6. Формирование композиционного ФБ IEC61499 из базового

функционального блока IEC61499 требуется задать следующие элементы: входные/ выходные переменные, входные/ выходные события, диаграмму управления выполнением (ECC – Execution Control Chart) и собственно алгоритм блока. Диаграмма управления выполнением – это описание реакций на внешние воздействия, в котором задается, что именно нужно сделать, если про-

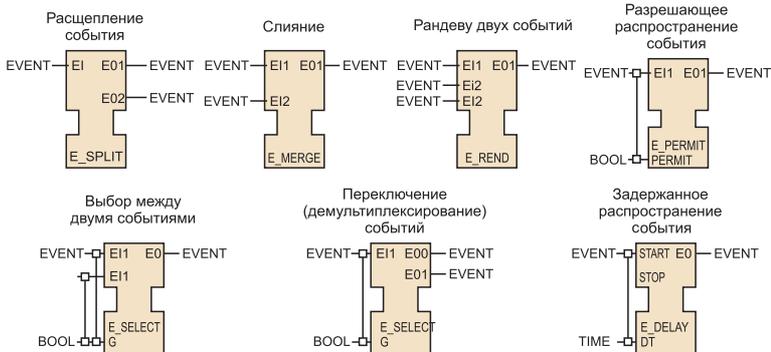


Рис. 7. Фрагмент библиотеки базовых функциональных блоков IEC61499

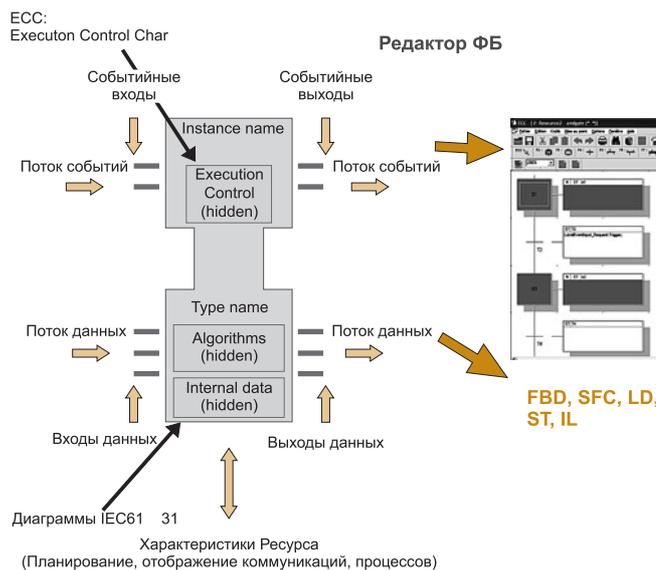


Рис. 5. Пример базового функционального блока IEC61499

изошло конкретное событие. Входные события инициируют и управляют выполнением функционального блока IEC61499. Помимо внешних (входных) событий указывается (при необходимости), какие события будут генерироваться при окончании выполнения функций-обработчиков. Наиболее удобным языком для создания диаграмм управления выполнением является язык последовательных функциональных схем SFC. Для описания алгоритма преобразования входных данных в выходные (алгоритма блока) используются языки стандарта IEC61131-3 (FBD, SFC, LD, ST, IL) и те же типы данных, что в IEC61131-3.

Процесс выполнения ФБ в IEC61499 описывается следующим образом на основе анализа диаграммы управления выполнением:

- инициализация и вызов ФБ для проверки входного события;
- проверка на появление события;
- выполнение алгоритма ФБ;
- генерация выходного события.

Библиотека функциональных блоков в IEC61499

В стандарте определены 18 типов ФБ, некоторые из которых приведены на рис. 7. ISaGRAF v.5 поддерживает все типы ФБ IEC61499.

Для каждого типа ФБ в IEC61499 дается его диаграмма управления выполнением (рис. 8). В дополнение к стандартным обозначениям на языке SFC выходной сигнал EO на этой диаграмме обозначается прямоугольником с двойной правой стороной.

Экспериментальная проверка построения распределенной системы управления из 72 контроллеров с помощью ISaGRAF 5

Для экспериментальной проверки стандарта IEC61499 и его реализации в ISaGRAF компанией ICS Triplex использовались 72

низко стоимостных контроллеров NetBurner MOD5272-100CR (с микропроцессором Motorola ColdFire 5272), смонтированных в три группы. Каждый микроконтроллер оборудовался двумя кнопками и двумя переключателями в качестве входных сигналов и двумя зелеными и желтыми лампочками в качестве выходных сигналов. Эти контроллеры имеют Ethernet вход и работают под управлением ОС μ C/OS. Среда ISaGRAF была портирована на эти контроллеры, и все коммуникации осуществлялись через TCP/IP.

Для убедительной демонстрации было разработано три приложения [2]:

- приложение по распространению сигнала использовалось для измерения распространения сигнала и данных в приложении;
- приложение симуляции "поезда" использовалось для демонстрации использования базовых и композиционных ФБ IEC61499 в симуляторе реальной системы;
- приложение "оркестр" демонстрировало мощь и гибкость IEC61499 в условиях реального мира.

Общий вывод по результатам тестирования показал [2], что реализация стандарта IEC61499 в среде ISaGRAF 5 позволяет использовать последний для построения распределенных приложений в системах с большим числом контроллеров. На сегодняшний день не существует другого аналогичного по своей функциональности программного средства программирования распределенных приложений в среде контроллеров.

Реализация контроллеров на базе ISaGRAF 5 с поддержкой стандарта IEC61499

Стандарт IEC61499 на базе ISaGRAF 5 начинает воплощаться в реальные изделия. Первым в мире контроллером на основе ISaGRAF 5, в котором поддерживаются одновременно IEC61131 и IEC61499, стал контроллер Kingfisher PLUS+RTU (рис. 9) компании RTUnet (Австралия, <http://www.rtnet.com>).

Другим примером реализации контроллера с поддержкой ISaGRAF 5 и стандарта IEC61499 являются встраиваемые Web-контроллеры серии BECK

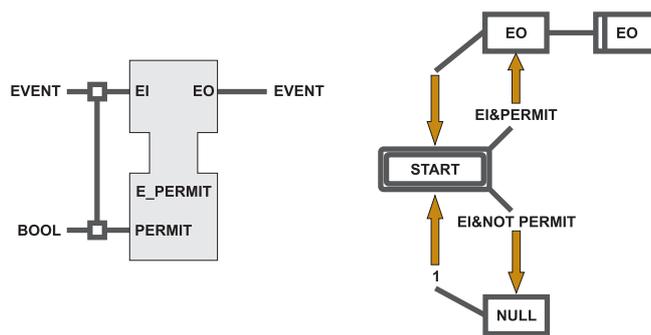


Рис. 8. ФБ "Разрешающее распространение события" и его диаграмма состояний в IEC61499

IPC@CHIP SC123/SC143 компании Beck IPC GmbH (<http://www.beck-ipc.com>).

Заключение:

особенности и преимущества стандарта IEC61499

- Контролирует поток решений при управлении распределенной системой.
- Гарантирует целостность распределенного приложения.
- Обеспечивает целостность и непротиворечивость данных.
- Предоставляет средства, гарантирующие надежную синхронную работу устройств.
 - Устраняет потребность в отдельных схемах синхронизации алгоритмов.
 - Значительно облегчает разработку надежных систем управления.
 - Существенно облегчает обслуживание распределенных систем управления.
- Предоставляет механизм для распределения приложения и контроля за его выполнением в системах со многими устройствами.

Список литературы

1. IEC 61499 Frequently Asked Questions (www.isagraf.com/pages/documentation/IEC%2061499%20FAQs.pdf).
2. Chouinard J. An IEC 61499 configuration with 70 controllers; challenges, benefits and a discussion on technical decisions (www.icstriplex.ca/pages/documentation/ETFA07_SS1_Final17Oct2007.pdf).

Колтунов Алексей Владимирович — руководитель направления программных средств, Золотарев Сергей Викторович — канд. техн. наук, ведущий эксперт компании ФИОРД.

Контактный телефон (812) 323-62-12. E-mail: alex@fiord.com zolotarev@fiord.com

Новые источники питания MeanWell для светодиодной рекламы

Компания MeanWell выпустила новую линейку недорогих импульсных AC-DC преобразователей серии LP с выходной мощностью 15...60 Вт. Дополнительного снижения стоимости удалось добиться, исключив активный корректор коэффициента мощности. Источники производятся двух типов: со стабилизацией выходного напряжения или тока. Кроме того, полностью закрытый пласт-

массовый корпус защищает электронные компоненты от пыли и влаги. Залитые компаундом с высокой теплопроводностью, источники питания серии LP обладают высоким КПД. Они могут работать в температурном диапазоне -30...70 °C без принудительного охлаждения. Приборы могут выдерживать перегрузки по входному напряжению до 300 В AC в течение 5 с.

[Http://www.eltech.spb.ru](http://www.eltech.spb.ru)