

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Программируемые контроллеры – это современная элементная база систем автоматизации технологических процессов. Работа в "жёстком" реальном времени, наличие в ряде моделей встроенного Web-сервера и возможность обмена информацией с использованием сетевых технологий семейства Ethernet позволяют применять контроллеры в различных по назначению устройствах и распределённых иерархических системах управления, в том числе и при автоматизации судового оборудования, а также при удалённом управлении объектами посредством технологий передачи данных GSM/GPRS, Wi-Fi, Ethernet. На рис. 1 представлена структура судовой трёхуровневой распределённой системы управления, заимствованная из технической документации компании Phoenix Contact, которая, помимо перечисленных ранее возможностей, позволяет осуществлять дублирование и резервирование процесса обработки информации, что повышает надёжность и защищённость системы управления.

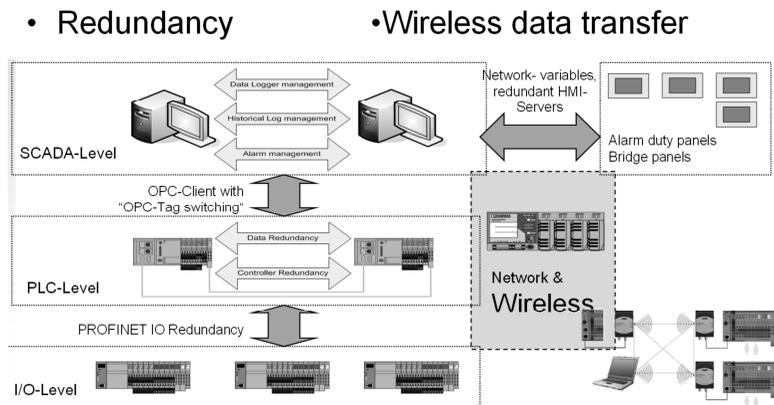


Рис. 1. Структура судовой трёхуровневой распределённой системы

При использовании контроллеров сокращается время проектирования, создания и настройки систем управления. Также контроллеры

можно считать наиболее современными средствами автоматизации технологических процессов среди унифицированных средств.

В то же время активный переход на технологии автоматизации с использованием программируемых контроллеров сдерживается отсутствием комплексного методического обеспечения проектирования и эксплуатации таких систем, которое позволило бы принимать более обоснованные и оптимальные проектные, технологические и эксплуатационные решения.

Задача разработки комплексного методического обеспечения технологий автоматизации на базе программируемых контроллеров решалась в рамках проекта TEMPUS 544010-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES TATU – "Trainings in Automation Technologies for Ukraine" (Тренинги в области технологий автоматизации для Украины), в котором приняли участие: Донецкий национальный технический университет, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Национальный университет «Одесская морская академия», Одесский национальный политехнический университет и Харьковский национальный университет радиоэлектроники, а также пять западноевропейских университетов: Hochschule Düsseldorf University of Applied Sciences (Германия); Carinthia University of Applied Sciences (Австрия); Polytechnic University of Valencia (Испания); University of Antwerpen (Бельгия); University of Limerick (Ирландия).

В ходе выполнения проекта показано, что методическое обеспечение целесообразно представить в виде следующих модулей.

1. Программирование контроллеров в одной из инструментальных сред производителя контроллеров и независимой от аппаратного обеспечения среде разработки CoDeSys.

2. Технологии построения промышленных сетей передачи данных с использованием стандартов Profinet и Modbus TCP в сетях Industrial Ethernet и интегрирование систем автоматизации с промышленными сетями передачи данных PROFIBUS.

3. Беспроводные технологии передачи данных.

4. Системы реального времени.

5. Стандарт обмена данными в реальном времени OPC DA.

В работе [1] обоснован состав этих модулей, а в работах [1 и 2] описаны переносные стенды TSL (TATU Smart Lab, интеллектуальная лаборатория TATU), которые позволяют создать опытные образцы широкого класса систем автоматизации технологических процессов. Эти стенды содержат современные устройства и модули производства немецких компаний Berghof, Phoenix Contact и Siemens (указаны в алфавитном порядке) и отличаются:

полным набором перспективных технологий, которые используются в системах автоматизации;

модульностью построения, которая обеспечивает возможность модернизации стендов;

минимальным набором технических средств для организации комплексного обучения применению программируемых контроллеров; адаптацией оборудования для организации учебного процесса.

Комплекс предлагаемого методического обеспечения представлен следующими публикациями, которые объединены общей концепцией создания проектов автоматизации с программируемыми контроллерами.

В работах [3 и 4] изложена методика программирования контроллеров в инструментальной среде PC Worx, которая имеет хороший функционал и довольно много элементов, схожих с другими развитыми инструментальными средами. Среда PC Worx разработана компанией Phoenix Contact и ориентирована на устройства и модули, выпускаемые этой компанией. Она позволяет:

тестировать программы на ранних стадиях при помощи функции имитации;

диагностировать все компоненты системы;

работать нескольким пользователям с защитой паролями;

вести несколько проектов и сравнивать проекты.

Среда содержит:

каталоги устройств и модулей;

ассистент замены контроллера в случае перехода с одной модели на другую.

Описание среды представлено разделами:

интерфейс и режимы работы PC Worx;

создание нового проекта;

настройка PC Worx при работе с контроллером ILC 151 GSM/GPRS;

настройка PC Worx при работе с контроллером АХС 3050.

Технология программирования рассмотрена с использованием трёх языков программирования, предусмотренных третьей версией стандарта Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61131-3, которая вышла в 2012 году:

функциональных блочных диаграмм FBD (Function Block Diagram);

релейно-контактных схем LD (Ladder Diagram);

структурированного текста ST (Structured Text).

Приведены примеры решения задач автоматизации технологических процессов разной сложности.

В работе [5] изложена методика программирования контроллеров с использованием инструментальной среды CoDeSys (COntroller DEvelopment SYstem), которая распространяется компанией 3S-Smart Software Solutions GmbH (Кемптен, Германия) бесплатно и работает со многими моделями программируемых контроллеров разных производителей.

Описание среды представлено разделами:

- создание проекта;
- создание программы;
- компиляция и загрузка приложения в контроллер;
- запуск приложения и мониторинг данных;
- установка шагов и точек останова;
- особенности создания проекта для контроллера Berghof.

Также приведены примеры пошаговых действий при создании простой панели управления, программы управления светофором, создании кодового замка.

В работе [6] изложена методика применения технологии (стандарта) передачи данных Profinet, использующей сетевые протоколы TCP/IP (Transmission Control Protocol (TCP) – протокол управления передачей данных; Internet Protocol (IP) – протокол межсетевого соединения) и режим реального времени Ethernet. Протоколы TCP/IP обеспечивают управление устройствами автоматизации удалённо по сети Интернет.

Описание технологии Profinet представлено разделами:

- сравнительный анализ технологий Profinet и Profibus;
- сетевая модель ISO/OSI;
- основы Ethernet;
- Internet Protocol (IP);
- концепция соединения Profinet IO (Input/Output);
- концепция соединения Profinet CBA (Component Based Automation);
- кабельная система Profinet.

В работе [7] изложена методика применения технологии (стандарта) передачи данных Modbus, которая может использоваться для передачи данных через последовательные линии связи и через сети с использованием протоколов TCP/IP. Преимущество этой технологии в том, что практически все системы контроля и управления имеют программные драйверы для работы с Modbus.

Описание технологии Modbus представлено разделами:

- сетевые технологии;
- протоколы промышленных сетей;
- структура протоколов и сетей Modbus I и Modbus TCP.

Также рассмотрены пошаговые действия по построению сети Modbus TCP и мониторингу трафика сети с помощью программного анализатора.

В работе [8] изложена методика применения технологии (стандарта) передачи данных сети Profibus, которая получила широкое применение в предыдущем поколении сетей передачи данных и в миллионах устройств автоматизации, установленных по всему миру за более чем 20 лет (с начала 1990-х годов).

Описание технологии Profibus представлено разделами:

профили сети DP, PA и FMS;

реализация сети на материальном уровне;

обмен данными в сети.

Также в работе [8] приведён пример создания системы управления водоотливом в шахтном блоке.

В работе [9] изложены методические основы и проблемы беспроводных локальных сетей, которые получили распространение в последнее время. Выполнен сравнительный анализ технологий Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi (Wireless Fidelity) и Trusted Wireless 2.0 (беспроводная технология для промышленного применения компании Phoenix Contact).

В работе [10] изложена методика применения компонентов систем управления с расширением реального времени.

Описание представлено разделами:

расширение IntervalZero RTX для операционной системы Windows;

программный пакет PC Worx RT компании Phoenix Contact;

технология создания проекта с использованием пакета PC Worx RT;

программный пакет WinAC (Windows Automation Center);

контроллер WinLC RTX компании Siemens в системах управления реального времени.

Также приведены примеры использования контроллера WinLC RTX для:

интеграции частотного преобразователя Siemens Sinamics G120 в проект;

создания системы управления электроприводом.

В работе [11] описаны программные технологии при обмене данными в реальном времени в сетях в рамках группы стандартов OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control, внедрение и связывание объектов для управления технологическими процессами).

Описание представлено разделами:

OPC DA (Data Access);

OPC HDA (Historical Data Access);

OPC UA (Unified Architecture);

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – программные средства управления технологическими установками, сбора данных и обработки) системы.

Также рассмотрена процедура конфигурации OPC сервера с помощью программного комплекса AutomationWorX компании Phoenix Contact.

В работе [12] приведена подробная информация об участниках проекта TATU, расширены некоторые теоретические фрагменты методического обеспечения и приведены практические упражнения по освоению материала.

Таким образом, предложено комплексное методическое обеспечение для создания систем автоматизации с программируемыми контроллерами.

Однако привлечение к созданию этого методического обеспечения большого количества авторов привело к тому, что в его первой итерации допущены повторы отдельных фрагментов, использован разный стиль изложения материала и разная терминология. В связи с этим можно рекомендовать подготовку второго издания методического обеспечения под общей редакцией текста.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горб С.И., Никольский В.В., Хнюнин С.Г., Шапо В.Ф. Техническое обеспечение подготовки судовых инженеров по системам автоматизации с программируемыми контроллерами // Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – 2016. – Вып. 22. – Одесса: НУ "ОМА". – С. 39 – 46.

2. Макаров О., Рохас Л., Макарова Ю. TATU SMART LAB. Керівництво користувача. – Одеса: ФОП Побута М.І. – 37 с.

3. Горб С.И., Никольский В.В., Шапо В.Ф., Хнюнин С.Г. Программирование контроллеров в инструментальной среде: учебное пособие. – Харьков: Издатель ФЛП Панов А.Н., 2017. – 172 с.

4. Gorb S.I., Nikolskyi V.V., Shapo V.F., Khniunin S.H. Programming controllers in the integrated development environment: training manual. Practice. – Odessa: National University "Odessa Maritime Academy", 2017. – 164 p.

5. Ключник І, Галкін П., Шапоріна О. Програмне забезпечення CoDeSys. Модуль 1. – Одеса: ФОП Побута М.І. – 107 с.

6. Шапорін Р., Мілейко І., Шапорін В., Шапоріна О. Промисловий Ethernet для Profinet. Модуль 2. – Одеса: ФОП Побута М.І. – 67 с.

7. Воропаєва В., Вовна О., Тарасюк В., Воропаєва А., Ступак Г.

Промисловий Ethernet для Modbus. Модуль 2. – Одеса: ФОП Побуга М.І. – 67 с.

8. Воропаєва В., Поцєпєв В., Бойко В., Єшєн Р., Стєвицький В., Василєць С. Проксі-сервер до мереж Profibus. Модуль 2. – Одеса: ФОП Побуга М.І. – 57 с.

9. Ключник І, Гєлєїн П., Шєпорїна О. Бездротові технології. Модуль 2. – Одеса: ФОП Побуга М.І. – 44 с.

10. Захімовський Л.М., Николєйчук М.Я., Скрип'юк Р.Б., Левицький І.Т. Керування процесами реального часу. Модуль 3. – Одеса: ФОП Побуга М.І. – 72 с.

11. Шєпорїн Р., Мїлєйко І., Шєпорїн В., Шєпорїна О. Введення в технології OPC. Модуль 4. – Одеса: ФОП Побуга М.І. – 47 с.

12. Trainings in Automation Technology for Ukraine: TATU Study Book / Collective of authors including Gorb S., Nikolskyi V., Shapo V., Khniunin S. Editors Christian Madritsch and Wolfgang Werth. June 9, 2017. – 211 p.