

УДК 004.056.5

КРЫЛОВА В. А., к.т.н.,

МИРОШНИК А. Н., студент (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»)

## Разработка унифицированных программно-технических средств для реализации устройств противоаварийной автоматики в распределенных компьютерных системах

Статья посвящена разработке и усовершенствованию унифицированных методов для построения программно-технического комплекса для реализации устройств противоаварийной автоматики в распределенных компьютерных системах. Предложено решение задач противоаварийной автоматики, стоящих как перед разработчиками и проектировщиками.

Предложен перспективный подход к решению проблемы, заключающийся в постепенном отказе от собственного мелкосерийного производства комплектующих в пользу стандартных готовых решений, при доступности их на рынке.

**Ключевые слова:** унифицированные методы, программно-технические средства, компьютеризированные системы, распределенные системы, устройства противоаварийной автоматики.

### Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

В настоящее время одним из основных и перспективных направлений развития систем противоаварийного управления в энергетике является интеграция устройств противоаварийной автоматики (ПА) различных уровней в единые системы ПА. В связи с этим, перед разработчиками устройств ПА встает задача создания универсального программно-технического комплекса, обеспечивающего, в зависимости от комплектации и настройки:

- возможность выполнения функций ПА любого уровня;
- возможность взаимодействия с другими устройствами ПА в рамках системы ПА;
- возможность построения интегрированной системы ПА на базе набора типовых устройств.

Разработка такого комплекса ПА должна основываться на принципах унификации, модульности, масштабируемости, развиваемости, резервирования.

Исходя из основных принципов построения иерархических интегрированных систем ПА [1], а также в соответствии с требованиями стандарта [2], к унифицированному программно-техническому комплексу ПА предъявляются следующие требования:

- стандартная структура комплекса технических средств (КТС);
  - гибкость комплектации КТС, в зависимости от выполняемых функций;
  - стандартная модульная структура комплекса программных средств;
  - гибкость настройки технологической цепочки программных модулей;
  - четко детерминированное время реакции на возмущения;
  - поддержка стандартных интерфейсов взаимодействия с внешними устройствами.
- При этом программное обеспечение унифицированного комплекса ПА должно выполнять следующие стандартные технологические функции:
- ввод и достоверизация вводимой информации;
  - контроль параметров текущего режима;
  - контроль состояния элементов схемы района управления, на базе методов топологического анализа;
  - выбор управляющих воздействий;
  - выдача сигналов в цепи управления и сигнализации;
  - протоколирование работы;
  - обмен информацией с внешними устройствами.

### Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на что опирается автор

На основании многолетнего опыта проектирования систем ПА, а также опыта разработки, внедрения и эксплуатации управляющих вычислительных комплексов (УВК) ПА, ЗАО «ИАЭС» был разработан комплекс противоаварийной автоматики

многофункціональний (КПА-М). КПА-М призначений для рішення задач протиповарійної автоматики і протиповарійного управління різних рівнів ієрархії і складності, і може виконувати, в залежності від комплектації, наступні функції:

- Автоматика дозування управляючих впливів всіх рівнів (локальна АДВ, ЦПА, ЦКПА).
- Автоматика запам'ятовування дозування УВ (АЗД).
- Автоматика фіксації відключення лінії або трансформатора (ФОЛ (Т)).
- Автоматика ліквідації асинхронного режиму (АЛАР).
- Автоматика управління лінійним реактором (АУЛР).
- Автоматика обмеження підвищення напруги (АОПН).
- Автоматика управління шинними реакторами (АУШР).
- Автоматика обмеження зниження напруги (АОСН).
- Автоматика обмеження перевантаження обладнання (АОПО).
- Інші види локальної і системної автоматики.

Рішення задач локальної автоматики висуває до пристроїв введення-виведення інформації наступні вимоги:

- необхідність універсального пристрою введення як стандартних аналогових сигналів від вимірних перетворювачів, так і сигналів безпосередньо з вимірних кіл ТТ і ТН;
- необхідність одночасного введення вимірів по фазам;
- необхідності мінімізації затримок при введенні і виведенні інформації.

В зв'язі з цим, були розроблені стандартні модулі введення-виведення аналогових і дискретних сигналів. Для роботи з цими модулями був розроблений блок функціональний, що представляє собою мікропроцесорний пристрій на базі одноплатного промислового комп'ютера в конструкції «Евромеханіка». Виробництво БФ і модулів введення-виведення інформації було налажене на базі ЗАО «Модульні системи Горнадо».

Крім комплектуючих власної розробки, в складі КПА-М можуть використовуватися наступні стандартні комплектуючі в промисловому виконанні:

- стандартний шкаф 19", глибиною 600 або 800 мм;
- мікропроцесорні пристрої загального призначення (опціонально, в залежності від виконуваних функцій ПА);
- ЖК консоль (опціонально);
- мережеві комутатори.

Всі компоненти КПА-М підбираються таким чином, щоб забезпечити можливість живлення обладнання постійним оперативним струмом.

Для виконання функцій пристроїв ПА було розроблено стандартне програмне забезпечення на базі операційної системи реального часу QNX. Програмні блоки КПА-М можуть бути розділені по функціональності на наступні групи:

- системні блоки, організують технологічну ланцюжок, протоколювання роботи і контроль функціонування;
- блоки введення-виведення і фіксації інформації від підключених до пристрою датчиків, а також від пристроїв АСУ ТП, верхнього і нижнього рівнів ПА і т.п.;
- технологічні блоки, реалізують конкретні функції пристрою ПА.

#### **Виділення нерешених раніше частей загальної проблеми, до якої присвячується ця стаття**

Таким чином, програмне забезпечення конкретного пристрою на базі КПА-М представляє собою набір програмних блоків, об'єднаних в технологічну ланцюжок за допомогою стандартних механізмів обміну даними, по суті — за допомогою таблиць налаштування (рис. 1). При цьому, програмні блоки, що відповідають за фіксацію і обробку дискретних сигналів (аварійні сигнали, сигнали стану елементів схеми району управління), а також за обробку миттєвих значень аналогових сигналів (при реалізації алгоритмів локальної ПА), виконують всі необхідні операції в часі *точно визначеного інтервалу часу* (стандартна величина - 2 мс).

#### **Формулювання цілей статті (постановка задачі)**

Для реалізації функцій ПА в пристрої на базі КПА-М, як правило, немає необхідності в додаванні нових програмних блоків, конкретний технологічний алгоритм може бути реалізований тільки за рахунок налаштування.

Для забезпечення надійності функціонування на програмному рівні передбачені засоби синхронізації функціонування підкомплектів дубльованого пристрою ПА, засоби само- і взаємодіагностики підкомплектів, засоби автоматичного відновлення функціонування окремих програмних блоків і всього пристрою в цілому після збою.

Для обміну інформацією з пристроями телемеханіки, пристроями верхнього і нижнього рівнів ієрархії ПА, АСДУ, АСУ ТП в даний час реалізовані стандартні протоколи обміну МЭК 870-5-104 і Modbus/TCP.



Рис. 1. Технологическая цепочка КПА-М

**Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов**

В ходе жизненного цикла изделия, перед разработчиком унифицированного ПТК ПА возникают следующие задачи:

- поддержка в актуальном состоянии всей линейки стандартных комплектующих, в том числе с целью организации гарантийного обслуживания;

- реализация новых протоколов взаимодействия с устройствами телемеханики, АСДУ, АСУТП для внедрения устройств на новых объектах, а также для интегрирования устройств в новые и существующие иерархические системы ПАУ.

Решение первой задачи может быть затруднено, при условии необходимости установки стандартных комплектующих в конструктив собственного производства. Это касается, прежде всего, одноплатных компьютеров, производители которых в последнее время резко сократили жизненный цикл изделий, что приводит к частым обновлениям модельного ряда с изменением расположения элементов на плате и, как следствие, необходимостью постоянно вносить изменения в платы сопряжения.

Одним из перспективных подходов в данной ситуации может быть отказ от собственного конструктива и переход к использованию готовых промышленных компьютеров. В настоящее время на

рынке существует сравнительно много предложений от различных производителей. Ограничивающими факторами при выборе оборудования являются:

- необходимость обеспечения питания постоянным оперативным током;
- необходимость поддержки используемой операционной системой сетевых интерфейсов;
- необходимость организации ввода дискретных сигналов с требуемыми параметрами;
- необходимость организации ввода мгновенных значений аналоговых параметров.

Для организации ввода дискретных сигналов на рынке достаточно предложений в части стандартных плат дискретного ввода-вывода. Тем не менее, стандартные интерфейсы для ввода сигналов типа «сухой контакт» требуют разработки специальных согласующих плат, чтобы обеспечить соответствие требованиям стандарта [3].

Наибольшую сложность представляет задача организации ввода аналоговых сигналов, поскольку стандартные устройства ввода, обеспечивающие быстродействие, необходимое при решении задач локальной ПА, на рынке отсутствуют. В связи с этим, необходима разработка стандартных датчиков мгновенных значений тока и напряжения, отвечающих следующим требованиям:

- поддержка обмена по стандартным быстродействующим протоколам с использованием стандартных интерфейсов (например, RS485);

- питание постоянным оперативным током с использованием стандартных преобразователей питания;

- возможность выноса за пределы шкафа ПА (расстояние определяется типом используемого интерфейса);

- конструктив, обеспечивающий крепление на DIN-рейку.

Использование стандартных комплектующих позволит, в том числе, снизить стоимость устройства ПА за счет сокращения расходов на производство собственных компонентов, что важно в условиях растущей конкуренции на данном рынке.

Не меньший интерес представляет задача реализации новых протоколов взаимодействия с внешними устройствами и интеграции в новые и существующие системы ПАУ. В последнее время существует тенденция перехода к организации взаимодействия между устройствами с использованием стандарта МЭК 61850, который активно продвигается в России. Необходимо отметить, что стандарт МЭК 61850 описывает не протокол взаимодействия между устройствами и системами на подстанции, а цифровую подстанцию целиком. В связи с этим, применение данного стандарта требует системного подхода при проектировании объекта. В частности, поскольку сеть связи становится частью контура управления, проектировщику необходимо уделять особое внимание следующим вопросам:

- распределение выполняемых функций ПАУ по устройствам;

- планирование структуры сети связи подстанции;

- оценка показателей надежности сети связи, как в части физического обеспечения надежности, так и в части устойчивости сети по отношению к резкому возрастанию объемов передаваемой информации в различных режимах работы, в том числе необходимо учитывать и возрастание трафика при сбоях в работе активного сетевого оборудования;

- определение необходимых объемов передаваемой информации (все измеряемые параметры объекта должны, согласно данному стандарту, фигурировать в файле описания объекта);

- сопряжение устройств различных производителей.

С точки зрения производителей оборудования, актуальными при внедрении стандарта МЭК 61850 на сегодняшний день являются следующие вопросы:

- на данный момент не все части международного стандарта IEC 61850 имеют аналогичный ДСТУ;

- недостаточная четкость определений и формулировок в стандарте и, как следствие,

разночтения в поддержке его различными производителями оборудования;

- отсутствие на отечественном рынке аппаратных решений, позволяющих организовать готовые шлюзы из/в МЭК 61850 для других протоколов.

## Выводы

Таким образом, в процессе разработки и последующего внедрения унифицированных программно-технических комплексов для решения задач ПАУ, перед разработчиками, с одной стороны, и проектировщиками, с другой стороны, возникает ряд определенных вопросов.

С точки зрения разработчика, основными вопросами являются поддержка в актуальном состоянии всей линейки стандартных комплектующих, используемых при выпуске изделия, и реализация различных протоколов взаимодействия с внешними по отношению к изделию устройствами ввода-вывода информации. Одним из перспективных подходов является постепенный отказ от собственного мелкосерийного производства комплектующих в пользу стандартных готовых решений, при доступности их на рынке.

С точки зрения проектировщика, основной задачей является интеграция устройств различных производителей в систему ПАУ проектируемого объекта. В соответствии с современными тенденциями, для решения данной задачи требуется, прежде всего, применение системного подхода к объекту в части распределения функций ПАУ между устройствами, проектирования сети связи объекта, сопряжения устройств различных производителей между собой.

## Литература

1. Крылова В.А. Разработка методов оценки эффективности систем защиты информации в распределенных компьютерных системах / В.А. Крылова, А.Н. Мирошник // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2015. – №2, с.36-45.
2. Крылова В.А. Реализация адаптивного устройства кодирования/декодирования на ПЛИС / В.А. Крылова // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків : НТУ «ХПИ», 2014. – №15 (1058) – С. 86–90.
3. Крылова В.А. Сигнально-кодовые конструкции для адаптивных методов кодирования в многоканальных системах связи / В.А. Крылова, В.В. Горбачов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрГАЗТ, 2014. – №1(104) – С. 56–58.

**Крилова В.А., Мірошник А.М. Розробка уніфікованих програмно-технічних засобів для реалізації пристроїв протиаварійної автоматики в розподілених комп'ютерних системах.** Стаття присвячена розробці та удосконаленню уніфікованих методів для побудови програмно-технічного комплексу для реалізації пристроїв протиаварійної автоматики в розподілених комп'ютерних системах. Запропоновано вирішення завдань протиаварійної автоматики, що стоять як перед розробниками і проектувальниками.

Запропоновано перспективний підхід до вирішення проблеми, що полягає в поступовій відмові від власного дрібносерійного виробництва комплектуючих на користь стандартних готових рішень, при доступності їх на ринку.

**Ключові слова:** уніфіковані методи, програмно-технічні засоби, комп'ютеризовані системи, розподілені системи, пристрої протиаварійної автоматики.

**Krylova Victoria A., Miroshnik Anatoly N. Development of software-technical unified funds for implementation realization automation devices in distributed of computer systems.** The article is devoted to the development and improvement of standardized methods for building software and hardware complex for the implementation of emergency control devices in distributed computing systems. The solution of problems of emergency control, facing both developers and designers.

Proposed approach to addressing the problem in phasing out their own small-scale production of standard components to complete solutions, with their availability in the market. It is shown that in the process of development and subsequent implementation of standardized software and hardware systems to meet the challenges of emergency control devices for developers and designers, a number of specific issues.

From a developer's perspective, the main issues are the support to date the entire range of standard components used in the manufacture of the product, and implementation of various protocols of interaction with the external to the product input-output. One promising approach is the phasing out of their own small-scale production of standard components to complete solutions, with their availability in the market.

From the perspective of the designer, the main objective is the integration of devices from various manufacturers in devices of emergency control of the designed object. In accordance with current trends, for solving this problem it requires first and foremost a systematic approach to the subject in terms of the distribution of functions between devices of emergency

control devices, network design object, interface devices from different manufacturers with one another.

**Key words:** standardized methods, software and hardware, computerized systems, distributed systems, emergency control device.

Рецензент д.т.н., професор Кондрашов С.И. (НТУ «ХПИ»)

Поступила 24.04.2015г

**Крилова Вікторія Анатоліївна**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна.

**Мірошник Анатолій Миколайович**, студент Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна.

**Krylova Victoria A., Ph.D., National Technical University "Kharkiv polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine.**

**Miroshnik Anatoly N., Student, National Technical University "Kharkiv polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine.**

**Крылова Виктория Анатольевна**, кандидат технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина.

**Мирошник Анатолий Николаевич**, студент, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина.