

## Модули ввода/вывода MIRAGE-N: УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР НА БАЗЕ ДУБЛИРОВАННОГО ETHERNET

О.В. Сердюков (Компания «Модульные Системы Торнадо»)

Рассмотрены технические характеристики, особенности, функциональные возможности и области применения модулей ввода/вывода нового поколения MIRAGE-N производства компании «Модульные Системы Торнадо» (г. Новосибирск). Модели MIRAGE-N работают в составе ПТК «Торнадо», имеют встроенный микроконтроллер, взаимодействуют с магистралью Fast Ethernet и позволяют строить АСУТП без традиционных ПЛК. Реализуя, по сути, концепцию «интеллектуального клеммника» на основе дублированного Ethernet, это решение открывает новые возможности в масштабировании, гибкости, надежности и отказоустойчивости систем автоматизации.

Ключевые слова: модули ввода/вывода, дублированный Ethernet, распределенная система управления, ПЛК.

Программно-технический комплекс (ПТК) нового поколения «Торнадо» является распределенной системой управления и обладает уникальными возможностями по масштабируемости, надежности и производительности. Комплекс совместим с любыми типами технологического оборудования и может применяться для создания систем управления на различных промышленных предприятиях, в том числе на критически важных объектах.

Оборудование комплекса размещается в пыле/влаго/виброзащищенных металлических шкафах, куда подключаются управляющие механизмы и датчики. Все блоки ПТК производятся в компании «Модульные Системы Торнадо». ПТК «Торнадо» имеет все

необходимые разрешительные документы, включен в Государственный реестр средств измерения РФ и Республики Казахстан.

*Функции ПТК «Торнадо»:*

- управление в реальном времени технологическим оборудованием во всех эксплуатационных режимах, включая пуск и останов;
- использование эффективных алгоритмов управления и регулирования с учетом конструктивных и технологических особенностей оборудования, многообразия режимов его работы и опыта эксплуатации;
- реализация защит и блокировок;
- дублирование и резервирование составляющих ПТК для обеспечения устойчивости системы к любому единичному отказу;

— развитая диагностика АСУТП в целом, делающая эксплуатацию удобной и надежной;

- «горячая» безударная замена оборудования;
- безударный перезапуск программного обеспечения;
- фиксация истории функционирования объекта автоматизации для ее последующей обработки (в том числе подготовки технико-экономических отчетов).

Архитектура ПТК основана на дублированной сети Ethernet, объединяющей на одном уровне все оборудование комплекса [1, 2]: модули ввода/вывода, резервированные процессорные блоки на основе промышленных компьютеров и компьютеры верхнего уровня АРМов и серверов (рис. 1). В архитектуре комплекса отсутствуют привычные, традиционные контроллеры. В ПТК «Торнадо» контроллеры виртуальны — это программы управления, функционирующие в «облаке» пула процессорных блоков. Все это обеспечивает беспрецедентную производительность, гибкость и живучесть системы.

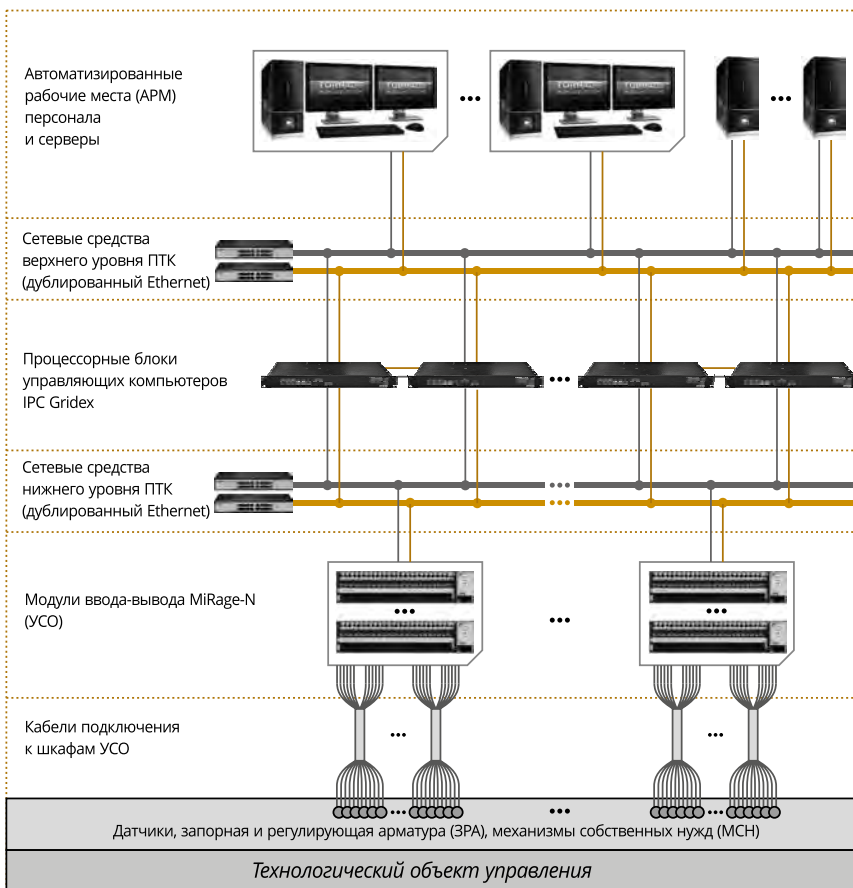


Рис. 1. Архитектура ПТК «Торнадо»

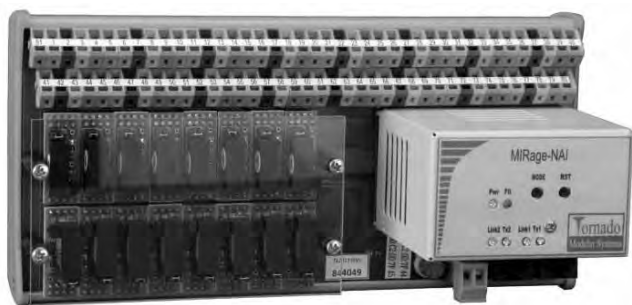


Рис. 2. Модуль MIRage-N с 16-ю вставками индивидуальных источников питания для токовых датчиков

Модули ввода/вывода (модули УСО) выполнены в концепции «интеллектуального клемника», осуществляют прямое подключение КИП, ввод и нормирование сигналов от датчиков, формируют сигналы управления на исполнительные механизмы автоматизируемого объекта, полученные по сети от процессорных блоков, где выполняются программы управления технологическим объектом управления. В ПТК «Торнадо» перечисленные функции выполняют модули ввода/вывода MIRage-N. Рассмотрим подробнее их технические характеристики, особенности, возможности и области применения.

#### Модули ввода/вывода MIRage-N

Универсальная серия модулей MIRage-N разрабатывалась для решения задач автоматизации любого масштаба: от локальных установок до крупных промышленных объектов [3].

Устройства MIRage-N выполняют следующие функции: измерение технологических параметров; первичная обработка сигналов (линеаризация, масштабирование, табличные преобразования); частотный фильтр; выдача управляющих воздействий; определение статуса измерения; обмен данными через сеть Ethernet. Срок службы устройств —  $\geq 15$  лет.

Взаимодействие с модулями MIRage-N возможно на скорости до 100 Мбит/с, что обеспечивает высокую скорость передачи данных, распределенную, масштабируемую, одноранговую структуру и простую интеграцию с другими информационными сетями. Использование протокола Modbus/UDP обеспечивает высокую пропускную способность и скорость обмена данными даже при управлении большим объектом в тысячи каналов контроля/управления. Для синхронизации устройств используется протокол точного времени NTP и IEEE 1588. Среднее время опроса любого устройства MIRage-N в любой момент времени составляет 1 мс, системный тайм-аут на время опроса — 3 мс. Уникальные характеристики по быстродействию и надежности позволяют строить на основе устройств MIRage-N распределенные системы управления любой сложности для самых ответственных применений, что подтверждается множеством успешных внедрений этой технологии на крупных энергоблоках ТЭС.

Применение единой открытой сетевой технологии на уровне АСУТП и информационных уровнях предприятия за счет простоты интеграции с ИТ-системами на базе современных Web-технологий, HTTP, SNMP, XML, SMTP значительно облегчает и удешевляет построение общей коммуникационной инфраструктуры.

#### Конструктивное исполнение MIRage-N

Модуль MIRage-N внешне напоминает набор клеммных рядов зажимов и при его разработке, прежде всего, учитывался не внешний вид, а удобство, наглядность и простота монтажа и эксплуатации. Модуль состоит из:

- базовой платы-носителя, на которой размещаются только пассивные элементы: клеммные зажимы, разъемы питания и сетевых интерфейсов, предохранитель и разъемы для системного блока (рис. 2);
- системного блока, состоящего из трех submodule: платы ввода/вывода (IO Interface), платы микроконтроллера (Microcontroller) и платы сетевых интерфейсов (redundant Fast Ethernet 1 & 2). Все три submodule системного блока выполнены в виде отдельных плат и стыкуются между собой посредством межплатных разъемов.

На модулях MIRage-NAI, MIRage-NDIO также устанавливаются полевые submodule нормирующих преобразователей и индивидуальных гальванических развязок, выполняющие функции промежуточных реле, источников питания аналоговых датчиков и т. п.

Питание модулей осуществляется от внешнего источника  $=24$  В, подключаемого к разъему, подача и снятие напряжения осуществляются подключением и отключением кабеля питания. Если ток потребления модуля не превышает 200 мА и сетевой концентратор поддерживает спецификацию Power Over Ethernet (IEEE 802.3af), возможно обеспечить питание модулей по шине Ethernet.

Унифицированный корпус модулей MIRage-N предусматривает установку модулей на DIN-рейку шириной 35 мм, обеспечивает электрическую изоляцию и гальваническую развязку измерительной и управляющей частей системы, надежное подключение кабелей датчиков.

Для подключения кабелей датчиков используются безвинтовые подпружиненные клеммы типа WAGO, нечувствительные к вибрации и не требующие постоянного обслуживания. Эти клеммы обеспечивают надежный контакт подключаемых жил кабеля сечением 0,08...2,5 мм<sup>2</sup>. Специальная формовка концов не требуется. Клеммы маркируются в соответствии с технической документацией на модули.

На сегодняшний день в номенклатуре модулей MIRage-N есть модуль, имеющий возможность загрузки и исполнения управляющей программы локально. Это модуль MIRage-NFM, включающий классический набор каналов ввода/вывода: АЦП, ЦАП и дискретные входы/выходы для реализации управляющих функций.



Рис. 3. Энергоблок №1 Красноярской ТЭЦ-3



Рис. 4. Диспетчерский пункт управления энергоблоком №1 Красноярской ТЭЦ3

#### Программное обеспечение MIRage-N

Модули серии MIRage-N поставляются вместе со специализированным ПО:

- библиотеки.dll, реализующие интерфейсы обмена данными для каждого модуля серии;
- программа для визуализации данных и конфигурирования модулей при помощи графического интерфейса «Конфигуратор»;
- OPC DA (OPC Data Access) сервер, обеспечивающий совместимость со SCADA-системами для ОС Windows и поддерживающий дублированный интерфейс обмена данными;
- компонент для использования модулей в среде LabView.

#### Области применения

Устройства MIRage-N могут применяться как в составе АСУТП, так и в качестве локальных приборов для измерения или управления. Благодаря наличию специализированного ПО они могут с легкостью использоваться как интеграторами, так и конечными пользователями.

Опыт внедрений на объектах тепло-электроэнергетики показывает, что устройства серии MIRage-N применимы для построения масштабных АСУТП с характерным временем протекания процессов порядка 50 мс. При необходимости могут создаваться управляющие программы с циклами до 10 мс.

Поскольку устройства MIRage-N имеют встроенный микроконтроллер, возможно выполнение ими и управляющих функций, что оправданно, если длительность цикла управления составляет < 10 мс и решение должно быть принято «на месте» без обработки верхним уровнем АСУ. В таком случае целесообразно размещать модуль MIRage-N в непосредственной близости от автоматизируемого объекта, причем набор каналов и управляющая микропрограмма такого модуля разрабатываются индивидуально, с учетом особенностей объекта.

В качестве примера приведем АСУТП пылеугольного энергоблока 208 МВт Красноярской ТЭЦ3.

Красноярская ТЭЦ-3 — самая современная электростанция г. Красноярск. Энергоблок № 1 Красноярской ТЭЦ-3 — первый угольный блок в России, строительство которого велось в рамках проектов ДПМ (договора на предоставление мощности), был введен в строй в марте 2012 г. (рис. 3). При его проектировании была сделана ставка на энергоэффективность и экологичность. Оборудование энергоблока дает возможность

существенно снизить выбросы вредных веществ по сравнению с аналогами и обеспечить экологические параметры, соответствующие современным европейским экологическим требованиям. Трехступенчатая система сжигания топлива в котлах обеспечивает снижение выбросов оксидов азота на 40%. Мощнейший электрофильтр позволяет улавливать 99,7% золы.

В проекте создания АСУТП реализованы 8300 физических каналов контроля/управления. ПТК состоит из 36 распределенных по энергоблоку шкафов, в которых установлены 475 модулей УСО серии MIRage-N, пять пар резервированных процессорных блоков, имеющих прямой доступ ко всем модулям УСО по дублированной сети Ethernet, два компьютера с дублированным сервером приложений и два компьютера с дублированным архивным сервером баз данных, инженерная станция разработки и поддержки АСУТП. В состав оперативного контура верхнего уровня ПТК входят четыре настольных АРМ и АРМ ЭКП для оперативного персонала энергоблока (рис. 4).



**Заключение**

Таким образом, модули серии MIRage-N, в отличие от других модулей распределенного ввода/вывода, предоставляют данные о ТП непосредственно в общую скоростную магистраль Fast Ethernet, объединяющую все элементы системы автоматизации: устройства обработки (процессорные компьютеры), серверы, рабочие станции. Архитектура, в которой отсутствуют привычные контроллеры, выполняющие и алгоритмы управления, и ввод/вывод, предоставляет проектировщику новую степень свободы. Нет необходимости в жесткой привязке устройств ввода/вывода к одному устройству обработки как во всех существующих контроллерах. Данные о состоянии объекта управления непосредственно предоставляются модулями MIRage-N любому активно-

му устройству в системе, запросившему эти данные. За счет этого достигается распределенность как функций сбора, так и виртуализация обработки данных и управления.

Компания «Модульные Системы Торнадо» успешно внедряет ПТК Торнадо и модули ввода/вывода MIRage-N на больших ответственных объектах энергетики.

**Список литературы**

1. Сердюков О.В. Опыт создания АСУ ТП на базе ПТК «Торнадо-N» (Ч. 1) // ИСУП. 2014. № 2(50).
2. Сердюков О.В. Опыт создания АСУ ТП на базе ПТК «Торнадо-N» (Ч. 2) // ИСУП. 2014. № 3(51).
3. О применении модулей удаленного ввода/вывода Mirage-N с дублированным Ethernet // Автоматизация в промышленности. 2008. №6.

*Сердюков Олег Викторович — канд. техн. наук, генеральный директор ООО "Модульные Системы Торнадо".*

*Контактный телефон (383) 363-39-00.*

*E mail: info@tornado.nsk.ru,*

*Http://www.tornado.su*

**Премьер дал зеленый свет развитию программы автоматизации российской промышленности**

Во время поездки в Сибирский федеральный округ Председатель правительства РФ Д.А. Медведев высоко оценил разработки сибирских инноваторов и дал поручение руководителям профильных министерств (МинПромТорг, МинКомСвязь, МинТранс) по поддержке ключевых направлений. Решено образовать с участием заинтересованных органов федеральной исполнительной власти и Правительства Новосибирской области рабочую группу по реализации Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области и утвердить ее «дорожную карту».

Отдельным пунктом в поручении отмечен проект «Национальная платформа промышленной автоматизации». Органы федеральной исполнительной власти и организации, участвующие в проекте, должны проработать вопрос о включении в инвестиционную программу ОАО «РЖД» проекта по автоматизации ТП на основании единой платформы с использованием отечественных разработок.

Комплексный проект «Национальная платформа промышленной автоматизации» (НППА) предполагает создание универсальной, масштабируемой платформы и единого стандарта в области промышленной автоматизации, соответствующих всем современным нормам безопасности и производительности для АСУТП. Предполагается, что в результате реализации проекта предприятия промышленности, транспорта и энергетики получат автоматизацию пятого технологического уклада на основе отечественных программных и технических компонентов, стандартов внедрения, проверки надежности и эксплуатации. В основу системы положено использование концепции «виртуальных контроллеров», работающих на управляющих компьютерах в составе дублированной высокоскоростной сети стандарта Industrial Ethernet и имеющих возможность обрабатывать сигналы тысяч датчиков, обрабатывать возникающие инциденты

и оперативно реагировать на возникающие нештатные ситуации. Разработка, послужившая прототипом платформы — «Торнадо-N» от компании «Модульные Системы Торнадо», успешно работает на многих объектах энергетики, предприятиях химической, нефтедобывающей и других отраслей промышленности, расположенных не только в России, но также в Казахстане и Сербии. Производитель заявляет, что время работы промышленных компьютеров IPC Gridex, которые используются в качестве процессорных блоков системы более 10 лет при самых жестких условиях эксплуатации.

В случае успешной реализации проекта НППА российской компании, разрабатывающие средства автоматизации (специализированное ПО, промышленные компьютеры, сетевую инфраструктуру, человеко-машинные интерфейсы, САПР, средства обеспечения безопасности), интеграторы готовых и собственных решений получают стандарт, который позволит им работать на качественно новом технологическом уровне. Проект НППА открыт и заинтересован в участии российских компаний, разрабатывающих различные компоненты, которые могут войти в состав комплекса.

Включение в инвестиционную программу ОАО «РЖД» станет важным этапом развития проекта и позволит осуществить ряд пилотных внедрений платформы. У компании «Модульные Системы Торнадо» уже есть достаточно позитивный опыт сотрудничества с РЖД — в 2009 г. компания выполнила отгрузку комплексов телемеханики "Торнадо-КП" на три тяговых подстанции участка Карымская-Забайкальск Забайкальской железной дороги, а в декабре 2015 г. в офисе компании «Модульные Системы Торнадо» состоялось выездное совещание специалистов и руководителей подразделений ОАО «РЖД» по изучению перспективных инновационных технологий и технических средств для возможного использования их на объектах железнодорожного транспорта.

*Http://www.tornado.su*