

МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ТИПОВЫЕ СИСТЕМЫ «МИРТС» – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Часть 1

В.А. МЕНДЕЛЕВИЧ (АО «НВТ-Системы»)



В статье описан новый продукт АО «НВТ-Системы» Мультиплатформенные интеллектуальные распределённые типовые системы «МИРТС», представляющие собой развитие традиционного ПТК. В части 1 статьи представлены принципы создания, состав и структура «МИРТС», их отличия от традиционных ПТК.

Ключевые слова: МИРТС; АРМ; АСУ ТП; MES/ERP; контроллеры АРКС400, REGUL, ТРЕИ, ОВЕН, Армконт, Siemens Simatic S7; SoftLogic; SCADA; CodeSys v3.5; АРКС, САРГОН; протоколы OPC DA, OPC HDA, Modbus TCP, Modbus RTU; GSM, IoT.

Значительные изменения, происходящие в мире автоматизации и IT-индустрии, в целом, требуют постоянного совершенствования технологий и продуктов. Несколько лет назад стало ясно, что концепция программно-технического комплекса, давно ставшая основой для создания АСУ ТП, также требует развития. В 2018 году АО «НВТ-Системы» удалось закончить оформление нового видения в новый продукт – Мультиплатформенные интеллектуальные распределённые типовые системы «МИРТС».

На многих объектах уже невозможна ситуация, когда вся автоматизация построена на однотипных средствах, поэтому мультиплатформенность имеет большое значение. При этом передовые принципы и технологии создания АСУ ТП можно реализовать на разных платформах, а применение универсальных интерфейсов (например, OPC или Modbus) позволяет интегрировать различные средства в единые системы. Все программные и аппаратные средства, включённые в МИРТС, протестированы на взаимную совместимость, что подтверждено проведёнными испытаниями, сертификатом соответствия Таможенного союза и включением МИРТС в госреестр средств измерений.

В новом продукте мы, фактически, «вынесли за скобки» конкретной программно-аппаратной платформы ключевые типовые решения и технологии автоматизации сложных и опасных технологических процессов, наработанные за 30 лет деятельности по созданию программно-технических комплексов [1]:

1. Типовые решения по построению распределённых систем ответственного управления энергетического оборудования основных классов: энергоблоки; котельные, турбинные и компрессорные установки; разделительные установки; печи; химводочистки; топливоподачи; насосные группы и т.п.
2. Типовые конструкции шкафов управления, обеспечивающие возможность эффективного размещения сетевых контроллеров вблизи объектов управления.
3. Типовые решения по созданию современных АРМ и щитов управления на базе стандартных персональных компьютеров, серверов, обзорных экранов.
4. Схемы резервирования контроллеров, АРМ, сетевых интерфейсов, комплексной реализации функций контроля и управления, инвариантные для технических средств различных производителей.
5. Организация системы бесперебойного питания всех компонентов комплекса средств автоматизации – от датчика и электроприбора до сервера.
6. Набор протоколов для организации эффективного сетевого обмена на всех уровнях АСУ ТП.
7. Библиотека типовых алгоритмов управления технологическими процессами.

Таким образом, мультиплатформенные системы «МИРТС» представляют собой объединение программных и технических средств ведущих отечественных и мировых производителей на базе типовых решений АО «НВТ-Системы» и типовых протоколов обмена информации.

МИРТС предназначены для создания полнофункциональных АСУ ТП, АСДУ, комплексных систем учёта энергетических и промышленных объектов различного масштаба: от крупного энергоблока и системы теплоснабжения города до общедомового узла учёта или индивидуального теплового пункта.

Благодаря универсальности заложенных в МИРТС принципов построения АСУ ТП, они с успехом применяются в семи отраслях промышленности: большой и малой энергетике, нефтехимии, атомной промышленности, металлургии, производстве стекловолокна, ЖКХ, системах жизнеобеспечения зданий и т.д.

МИРТС® – зарегистрированная торговая марка АО “НВТ-Системы”.

СОСТАВ И СТРУКТУРА МИРТС

МИРТС имеет классическую многоуровневую структуру:

1. Полевой уровень включает датчики и исполнительные устройства.
2. Средний уровень – промышленные контроллеры для управления ответственными технологическими процессами.
3. Верхний уровень – уровень оперативного управления энергоблока или группой технологических установок.
4. Диспетчерских уровней управления может быть несколько для систем управления крупным предприятием или сетью энергоресурсов городского масштаба.

Инструментальные средства МИРТС позволяют эффективно создавать полнофункциональные АСУ ТП сложных технологических объектов различного масштаба (установок, энергоблоков, цехов, станций, производств) и входящего в их состав оборудования. Отработана организация стыковки с электротехнической частью АСУ ТП (системы РЗА, автосинхронизации, возбуждения) и системами MES/ERP.

Полевой уровень

МИРТС охватывает не только программно-технические средства верхних уровней АСУ ТП, но и средства автоматизации полевого уровня: наиболее распространённые отечественные линейки датчиков и приборов, типовые решения по их применению, современные типовые схемы управления

электроприводами, оптимизированные для управления с контроллеров.

Особенностью МИРТС является активное использование в АСУ ТП интеллектуальных периферийных устройств (датчиков, приборов, приводов), подключаемых к контроллерам по каналам цифровой связи. В базовых контроллерах МИРТС типа АРКС400 этот подход поддерживается большим количеством каналов RS-485/RS-232 – до 6.

К средствам интеллектуализации полевого уровня относятся интеллектуальные соединительные коробки, стенды датчиков и шкафы НКУ МИРТС, которые будут рассмотрены позднее.

Наиболее распространённые датчики российского производства (МЕТРАН, ЭЛЕМЕР, ОВЕН) включены в метрологический сертификат МИРТС. Это позволяет, в большинстве случаев, замкнуть измерительные контуры создаваемых АСУ ТП в границах МИРТС (от датчика до экрана АРМ оператора) и избежать необходимости метрологической аттестации конкретной АСУ ТП как единичного средства измерения – поверка и калибровка измерительных каналов АСУ ТП выполняется по типовой методике МИРТС, утверждённой ВНИИМС.

Промышленные контроллеры

Мультиплатформенная система МИРТС на начало 2020 года включает 5 семейств популярных Российских промышленных контроллеров (АРКС400, REGUL, ТРЕИ, ОВЕН, Армконт), самые распространённые в России импортные контроллеры Siemens Simatic S7, и совместимые с указанными контроллерами SoftLogic-системы (рис. 1).

| КОНТРОЛЛЕРЫ: | SCADA-СИСТЕМЫ: | SOFT-LOGIC СИСТЕМЫ: |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • АРКС-400 (МАРКУС) • REGUL (Прософт-Системы) • Армконт (НВТ-Автоматика) • ТРЕИ-5В-04, ТРЕИ-5В-05 (ТРЕИ) • ПЛК-110 (ОВЕН) • Simatic S7-400, S7-1500 (Сименс) | <ul style="list-style-type: none"> • САРГОН (НВТ-Системы) • АРКС (МАРКУС) • Мастер-SCADA (ИнСАТ) • WinCC (Сименс) | <ul style="list-style-type: none"> • САРГОН (НВТ-Системы) • АРКСлогик (МАРКУС) • Мастер-поджик (ИнСАТ) • Codesys (3S-Smart Software Solutions) • STEP 7 (Сименс) |

▲ Рис. 1. Состав мультиплатформенных систем МИРТС

Все контроллеры и программные средства, входящие в МИРТС, имеют сертификаты соответствия Таможенного союза и внесены в Госреестр средств измерения.

Все включённые в МИРТС контроллеры отвечают следующим требованиям:

- поддерживают распределённые структуры управления;
- поддерживают популярные протоколы сетевого обмена;
- не требуют принудительной вентиляции;
- имеют варианты исполнения модулей для работы при температуре до +55 °С и в условиях сильных электромагнитных помех.

Значительное расширение количества типов контроллеров, по сравнению с поддерживавшимися в ПТК “САРГОН”, было достигнуто за счёт реализации виртуальной машины “МИРТС” на базе CodeSys v3.5, что обеспечило полную интеграцию в МИРТС контроллеров сразу нескольких известных российских производителей.

АРМ операторов, инженеров АСУ ТП, других пользователей

Для организации АРМ пользователей АСУ ТП используются компьютеры, функционирующие под различными версиями Windows. Конструктивное исполнение (промышленное, офисное, плоско-панельное, переносное) выбирается исходя из условий эксплуатации. Например, переносные компьютеры (notebook) применяются в качестве мобильных АРМ инженеров АСУ и для периодически обслуживаемых АРМ технологов.

Для АРМ оперативного персонала в системе МИРТС разработано типовое решение – “типовая оперативная секция”. Она включает комбинацию пары компьютеров с мониторами TFT 27", установленных на пультовом столе, и обзорный 50-55" ЖК-экран, размещённый на оперативной панели щита управления. Пультовые столы имеют встроенные ящики для размещения компьютеров. На поверхности стола размещён ключ аварийного останова, а под обзорным экраном – дополнительные ключи, индикаторы и приборы аварийно-резервного управления в соответствии с отраслевыми требованиями.

С мониторов пульта выполняется оперативное управление выбранным участком технологического процесса, а обзорный экран постоянно отображает состояние объекта управления в целом. Все компьютеры оперативного контура взаимно-резервированы.

Отечественные SCADA-системы, используемые в МИРТС, обеспечивают возможность одноранговой организации структуры оперативного контура, что повышает надёжность его работы.

Базовые для МИРТС комплекты фирменного ПО “АРКС” и “САРГОН” построены на базе отраслевых стандартов и самых современных технологий системного программирования [2], что обеспечивает высокие надёжность, эффективность и эргономичность системы. Поддержка распространённых для САУ теплоэнергетических объектов протоколов сетевого обмена OPC DA, OPC HDA, Modbus TCP, Modbus RTU и др. позволяет эффективно интегрировать САУ в состав АСУ ТП на базе МИРТС.

Сетевое оборудование и серверы

МИРТС включает технические и программные средства создания высоконадёжных и высокопроизводительных многоуровневых цифровых сетей. Как локальных, так и глобальных.

Базовой сетью системы МИРТС является Ethernet, которая связывает в систему компьютеры, контроллеры и серверы. При этом контроллеры и компьютеры АРМ, как правило, подключаются к сети на скорости 100 Мбит/с, а серверы – 1 Гбит/с. В зависимости от масштаба системы могут применяться коммутаторы различного уровня управляемости, а от условий в помещениях установки контроллеров – обычного или промышленного исполнения. Для оперативного контура предпочтительным является использование безвентиляторных промышленных коммутаторов. Устойчивость работы сети, независимо от типа используемого оборудования, обеспечивается как средствами сетевой ОС, так и ограничениями на программные протоколы – применяются такие системные средства, которые не могут вызвать блокирование локальной сети на длительное время.

В небольшой АСУ ТП сервером оперативной и архивной базы данных может быть сам АРМ оператора. При большом количестве АРМ в оперативном контуре, а также при обмене информацией с другими оперативными контурами и стационарными АРМ, необходима установка выделенного сервера-маршрутизатора. Сервер обеспечивает возможность эффективного многопользовательского доступа к информации в реальном времени, защищая, при этом, оперативные контуры от перегрузки, так как

при наличии сервера-маршрутизатора системы МИРТС разрешает все запросы от внешних пользователей на его уровне. Эффективные сетевые протоколы, используемые в системе МИРТС, позволяют для большинства объектов ограничиться установкой одного сервера на цех. Индивидуальный сервер на энергоблок/установку требуется только при создании полнофункциональных АСУ ТП оборудования большой мощности. В территориально-распределённых системах для передачи данных используются каналы GSM или IoT.

Оборудование диспетчерских верхних уровней управления

Диспетчерские верхнего уровня должны собирать, хранить и отображать большие объёмы информации. МИРТС включает программное обеспечение, решающее все необходимые для объединённой диспетчерской задачи. Наиболее важным преимуществом фирменного ПО «МИРТС» для создания объединённой диспетчерской является возможность автоматического создания объединённой конфигурации по локальным проектам диспетчеризируемых объектов автоматизации.

Интеграция с локальными системами автоматизации других производителей

Технические и программные средства МИРТС обеспечивают возможность подключения к АРМ и большинству контроллеров широкой номенклатуры устройств по сетям с электрическим интерфейсом RS-485. Для обмена с удалёнными модулями УСО и контроллерами используются различные виды протоколов Modbus и OPC.

Отработанные интерфейсы обеспечивают простоту расширения Системы на новые компоненты и программно-технические комплексы, что обеспечивает дальнейшее развитие мультиплатформенности МИРТС.

Система бесперебойного электропитания

Бесперебойное электропитание является одним из важнейших факторов, влияющих на надёжность и качество функционирования АСУ ТП.

МИРТС включает технические средства и типовые решения по обеспечению беспере-

бойного электропитания всех устройств системы – от датчика и электропривода до сервера:

- подсистема бесперебойного питания верхнего уровня АСУ ТП (компьютеров и серверов);
- подсистема бесперебойного питания сетевого оборудования;
- подсистема бесперебойного питания контроллеров;
- подсистема бесперебойного питания шкафов управления арматурой;
- подсистема бесперебойного питания датчиков;
- подсистема бесперебойного питания интеллектуальных соединительных коробок и стенов датчиков.

Для каждой из подсистем применяются свои средства, схемы и типовые решения, оптимизированные в соответствии с требованиями конкретного типа потребителя. При этом на всех уровнях обеспечены два важнейших свойства системы питания:

- структура бесперебойного электропитания является распределённой – АВР реализуется максимально близко к потребителю, что обеспечивает высокую живучесть системы;
- время срабатывания АВР питания устройств АСУ ТП на порядок короче, чем в традиционных системах АВР на переменном токе.

КОМПОНЕНТЫ МИРТС КОНТРОЛЛЕРНОГО УРОВНЯ

Как уже говорилось, МИРТС включает в себя 6 популярных семейств промышленных контроллеров, которые можно совместно использовать как при создании новых, так и при модернизации существующих АСУ ТП.

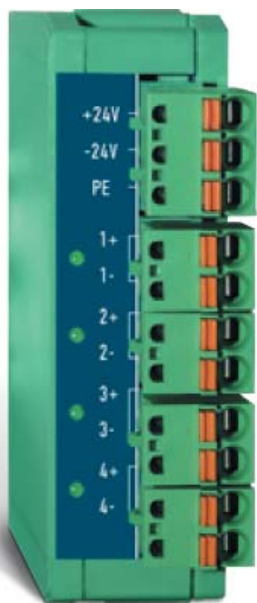
Рассмотрим их более подробно с точки зрения оптимальности применения и возможности совместного использования в конкретных АСУ ТП.

Рассмотрение целесообразно начать с компонентов, которые могут применяться сразу с несколькими семействами контроллеров.

АРКС400.PS4/24 – четырёхканальный источник питания датчиков с индивидуальной гальванической развязкой

В АСУ ТП важно обеспечить бесперебойное электропитание датчиков с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА. Особенно, для датчиков, сигналы которых используют-

Рис. 2.
Источник питания
АРКС400.PS4/24



ся в технологических защитах. Выполнение жёстких требований к скорости срабатывания защит приводит к неэффективности АВР по питанию “защитных” датчиков на переменном токе — имея время переключения между источниками до 100 мс, оно часто не успевает перехватить падение напряжения питания датчиков до того, как защита ложно срабатывает. Для предотвращения таких инцидентов АВР питания датчиков технологических защит должно быть реализовано на постоянном токе.

Другой сложной проблемой электропитания датчиков является необходимость его поканальной гальванической развязки. В ответственных системах управления индивидуальная гальваническая развязка измерительных каналов необходима для защиты от помех и обеспечения высокой точности измерений. Поэтому в них применяют дорогие модули УСО с индивидуальной гальванической развязкой — канал аналогового ввода с индивидуальной развязкой примерно в 2 раза дороже аналогичного канала на модуле с групповой развязкой на 8 каналов. Однако, индивидуальная гальваноразвязка каналов в УСО становится бессмысленной, если они связаны общим каналом питания датчиков — гальваническая связь возникает через него. Для реальной гальванической развязки измерительных каналов необходимо и питание для них организовать с индивидуальной развязкой. На рынке доступно много вариантов блоков питания с гальванически развязанными выходами (по 4, по 8 каналов), но мощность

этих каналов избыточна для питания одного датчика, а типовое входное питание этих блоков ~220 В не соответствует изложенным выше требованиям по организации АВР на постоянном токе.

В некоторых контроллерах проблема гальванической развязки электропитания измерительных каналов решается путём установки источника питания датчика непосредственно в плату модуля УСО. У этого решения есть два значительных недостатка. Во-первых, источники питания датчиков, установленные внутри модуля УСО, примерно вдвое увеличивают тепловыделение модуля. Это сокращает температурный диапазон работы модулей или даже требует организации принудительной вентиляции в шкафу контроллеров. Перегрев отрицательно влияет на срок работы модуля. Во-вторых, установка источника питания датчика увеличивает стоимость каждого канала аналогового ввода, а значительная часть датчиков (до 30 % в АСУ ТП энергоблока) внешнего питания не требует. Приходится или переплачивать за лишние элементы, или создавать второй тип модуля AI, отличающийся только встроенным источником питания датчика.

Для решения всех указанных проблем наша компания с 2009 г. выпускает источник питания датчиков в виде модуля, устанавливаемого на DIN-рейку. Современная версия модуля называется АРКС400.PS4/24 (рис. 2). Он решает задачу бесперебойного питания датчиков АСУ ТП, путём формирования 4-х гальванически развязанных каналов питания датчиков напряжением =24 В от общего источника бесперебойного питания шкафа контроллеров с напряжением =24 В, который оснащён схемой АВР по постоянному току.

Источник питания соответствует требованиям ГОСТ Р 518412001 (МЭК 61131-2). Он не требует принудительной вентиляции и предназначен для работы в температурном диапазоне от минус 40 до плюс 60 °С неограниченное время.

Важными достоинствами нашего источника (модуля) питания являются:

- точное соответствие решаемой задаче — питание датчиков обеспечивается с необходимым качеством и без избыточности;
- универсальность — модуль может использоваться совместно с любыми контроллерами (не только из состава МИРТС);
- высокая надёжность, обеспечиваемая защитами от короткого замыкания, перегрузки и переплюсовки;

- компактность – небольшие габариты модуля (25×79×84 мм) и установка на DIN-рейку перпендикулярно длинной стороне обеспечивают его эффективное размещение в шкафах;
- наличие наглядной индикации – для каждого канала питания датчика установлен индивидуальный индикатор, показывающий состояние канала: работа (зелёный), обрыв (не горит) или короткое замыкание (красный);
- наилучшая цена – использование модуля АРКС400.РС4/24 позволяет обеспечить питание датчиков 4-20 мА с индивидуальной гальванической развязкой за минимально доступную на российском рынке цену.

Незаурядные характеристики модуля АРКС400.РС4/24 уже оценены по достоинству заказчиками – в 2019 г. он стал самым продаваемым модулем МИРТС.

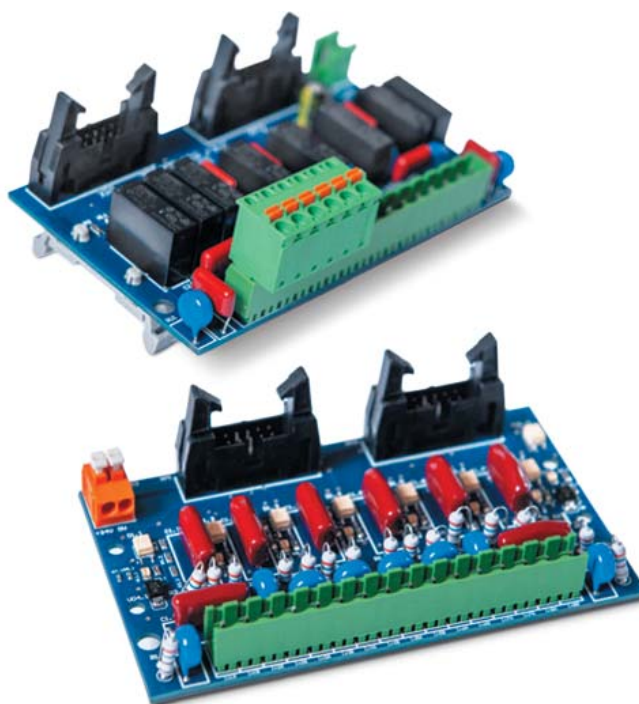
АРКС400.КД – клеммные модули ввода-вывода дискретных и импульсных сигналов

Клеммные модули АРКС400.КД1 и КД0 (рис. 3) обеспечивают возможность прямого ввода и вывода дискретных и импульсных сигналов всех уровней напряжения, используемых в России в системах управления: 220 В переменного тока, 220 В постоянного тока, 24 В постоянного тока, 24 В полувывпрямленного тока. Ввод и вывод сигналов всех уровней осуществляется без промежуточных реле и кросс-шкафов через линейку унифицированных клеммников-преобразователей сигналов с необходимым уровнем гальванической развязки.

Модули разработаны в составе линейки контроллеров АРКС400, но тоже обладают значительной универсальностью могут использоваться совместно с модулями УСО других контроллеров при подключении соответствующим кабелем связи. В составе МИРТС, в частности, разработаны кабели для подключения модулей АРКС400.КД к модулям УСО контроллеров REGUL.

Использование клеммных модулей АРКС400.КД обеспечивает важные преимущества как для разработчика АСУ ТП, так и для эксплуатирующей организации, многие из которых являются уникальными:

- горячая замена Plug-and-Play, обеспечиваемая защищённой конструкцией кабельных разъёмов;



▲ Рис. 3. Клеммные модули АРКС400.КД0.8R (вверху) и АРКС400.КД1.8АС220

- наглядная светодиодная индикация исправности и состояния каждого канала контроля и управления;
- высокая помехозащищённость и устойчивость приёма входных дискретных сигналов – в отличие от многих конкурентов, преобразователи уровня АРКС400 содержат не только реле, но и входные цепочки электронных компонентов, обеспечивающие подавление импульсных помех, дребезга контактов датчиков и защиту от перенапряжения;
- высокая надёжность выдачи управляющих сигналов, обеспечиваемая добавлением в выходные цепи модулей электронных компонентов, предотвращающих возможность срабатывания выходов от помех (характерное для обычных релейных усилителей) и защищающих выходы от перенапряжения;
- встроенная поддержка резервирования – каждый клеммный модуль оснащён двумя разъёмами для подключения кабеля связи с модулем УСО, что обеспечивает выдачу/приём сигналов на резервированную пару модулей;
- компактность – модули АРКС400.КД являются одними из лучших на рынке по средней площади монтажной панели/сигнал;

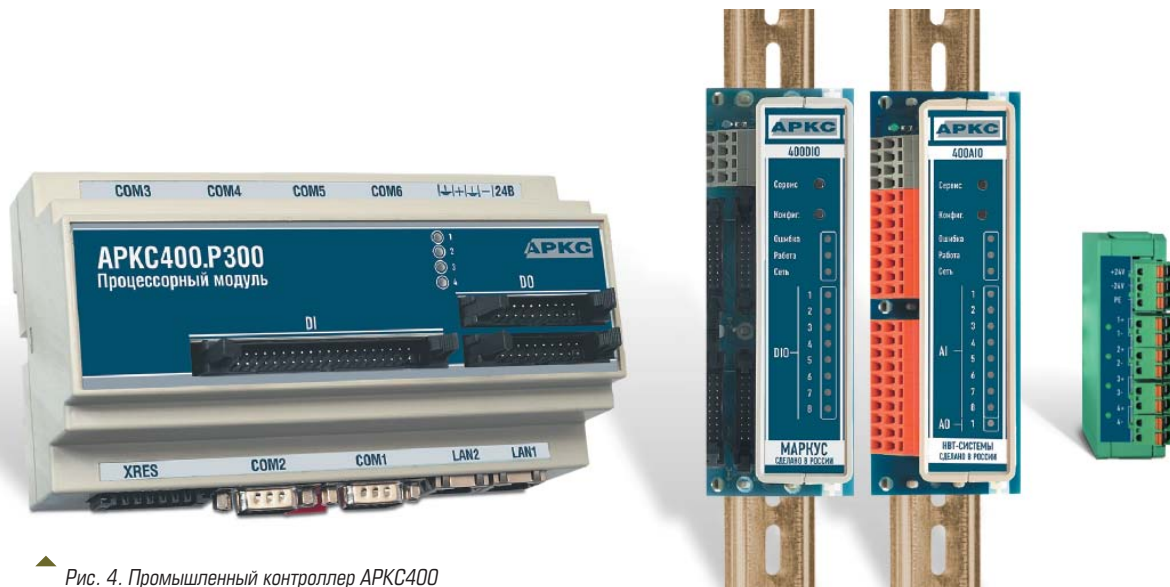


Рис. 4. Промышленный контроллер АРКС400

- высокая плотность размещения сигналов в шкафах – компактные размеры клеммных модулей, исключение промежуточных элементов и отработанные схемы контроллерных шкафов обеспечивают плотность до 1200 сигналов/м² площади пола, занимаемой шкафом МИРТС, что также является одним из лучших показателей на рынке;
- широкий температурный диапазон работы (от минус 40 до плюс 60 °С), обеспечивающий возможность установки модуля в неотапливаемых помещениях и в непосредственной близости от оборудования КИПиА, что позволяет многократно сократить длину кабельных трасс.

При всех технических преимуществах, клеммные модули АРКС400.КД ещё и существенно дешевле, в пересчёте на канал, чем развязка/преобразование уровня сигналов на базе реле Phoenix Contact или Siemens. Варианты подключения клеммных модулей к различным контроллерам МИРТС будут рассматриваться во второй части статьи.

ЛИНЕЙКИ КОНТРОЛЛЕРОВ МИРТС

Многообразие включённых в МИРТС контроллеров позволяет наиболее полно удовлетворять требованиям конкретного заказчика и системы, а их взаимная совместимость – применять различные комбинации. Подробное рассмотрение контроллеров МИРТС выходит за рамки данной статьи, но преимущества каждого семейства и возможность их совместного использования описать необходимо. Рассмотрим их в порядке частоты применения в АСУ ТП, проектируемых нашей компанией в последние 2 года.

Промышленный контроллер АРКС400 (АО “НВТ-Системы”)

Промышленный контроллер АРКС400 обладает исключительным сочетанием мощности, надёжности, масштабируемости, удобства применения и привлекательной цены. АРКС400 предназначен для построения распределённых АСУ ТП опасных и особо опасных производств. При этом гибкость конструкции и структуры контроллера обеспечивает возможность построения как сложных (уровня мощного энергоблока), так и простых (типа, ЦТП, настенной котельной) систем по выгодной цене (рис. 4).

Контроллер АРКС400 полностью соответствует требованиям импортозамещения в соответствии с постановлением 719 правительства России – уровень локализации превышает 80 %.

Исключительной особенностью контроллера является минимальность числа типов модулей при полной номенклатуре обрабатываемых сигналов – их в несколько раз меньше, чем в контроллерах других производителей. Она обеспечивается как совершенной схмотехникой, так и оптимальной трёхуровневой сетевой структурой контроллера:

- процессорные модули – 3 типа, оптимизированных под уровень сложности решаемых задач;
- модули УСО – всего 2 типа – аналоговый (двух подтипов на общей основе) и дискретный;
- клеммные модули-преобразователи уровня дискретных сигналов (описаны выше).



Рис. 5.
Промышленный контроллер
REGUL500

Второй важной особенностью АРКС400 является полная автономность любого процессорного модуля и модуля УСО, связанного с другими модулями только через быстродействующие цифровые интерфейсы. При этом все интерфейсы резервированы и максимально стандартны: в модуле УСО – резервированный канал RS-485 по протоколу Modbus RTU со скоростью обмена до 2 Мбит/с, в процессорных модулях – резервированный Ethernet 100 Мбит/с и RS-485 с Modbus RTU (в старших моделях до 6 каналов с 4 Мбит/с и возможностью проектного резервирования). При скорости обмена 500 кбит/с время опроса модуля составляет 1 мс при возможности удаления от контроллера до 250 м. Эти свойства позволяют реализовывать самые ответственные функции, включая технологические защиты, в сильно распределённых структурах, активно использовать в проектах интеллектуальные периферийные устройства: датчики, стенды датчиков, исполнительные механизмы, шкафы НКУ. Стандартность интерфейсов обеспечивает простоту стыковки с устройствами других производителей, как в качестве сетевых мастеров, так и slave-узлов.

Необходимо также отметить следующие свойства АРКС400:

- высокое быстродействие (вычислительное и сетевое);
- высокая точность измерительных каналов – 0,1% для сигналов всех типов (унифицированных, термопар, термосопротивлений);
- высокая надёжность с горячей заменой модулей всех типов;
- удобство и компактность конструктивного исполнения;
- устойчивость к внешним воздействиям (температуре, помехам и т.д.);
- поддержка популярных протоколов обмена (см. выше).

Отличные технические и ценовые характеристики промышленных контроллеров АРКС400 делают их удачным выбором для реализации различных управляющих, информационных и измерительных систем.

Промышленный контроллер REGUL500 (ООО “Прософт-Системы”)

Контроллер REGUL500 (рис. 5) предназначен для построения ответственных, отказоустойчивых и распределённых АСУ ТП высокого уровня сложности. Контроллер отличается очень высоким быстродействием и скоростью опроса модулей ввода-вывода. Модули УСО подключаются к процессорному модулю по дублированному интерфейсу EtherCat.

Контроллер может включать несколько каркасов модулей УСО, разнесённых на значительные расстояния (до 10 км при использовании оптоволоконных кабелей связи). Но каждый каркас при этом должен включать 2 сетевых модуля и модуль питания (в ответственных системах – резервированный).

Большим достоинством контроллера является известность торговой марки производителя. При выборе вариантов импортозамещения многие заказчики, использовавшие ранее контроллеры крупнейших иностранных вендоров, выбирают Прософт-Системы.

Кроме быстродействия, надёжности и известности, достоинствами контроллеров REGUL500 являются:

- высокая точность измерительных каналов – 0,1% для сигналов всех типов (унифицированных, термопар, термосопротивлений);
- возможность горячей замены модулей всех типов;
- устойчивость к внешним воздействиям (температуре, помехам и т.д.);



▲ Рис. 6. Промышленные контроллеры Simatic S7

- наличие полного комплекта сертификатов, включая соответствие постановлению 719 об импортозамещении и SIL3 (в специальном исполнении контроллера);
- поддержка популярных протоколов обмена: Modbus RTU (Master/Slave), Modbus TCP (Master/Slave), OPC DA, OPC UA, EtherCAT, МЭК 60870-5-101 (Master/Slave), МЭК 60870-5-104 (Master/Slave).

Реализации виртуальной машины «МИРТС» в среде программирования EpsilonLD (ООО «Прософт-Системы») позволило полноценно интегрировать контроллеры REGUL500 в «МИРТС».

Промышленные контроллеры Simatic S7 (ООО «Siemens»)

Контроллеры Simatic S7 (рис. 6) предназначены для построения систем различного уровня сложности и ответственности. В «МИРТС» для автоматизации сложных технологических установок применяются резервированные модели S7-400, а более простых S7-1500. С обоими типами используются, преимущественно, удалённые модули УСО ET-200.

Контроллеры имеют широкую номенклатуру модулей как высокого класса точности и защищённости (0,1%, индивидуальная гальваническая развязка каналов), так и среднего (0,3%, групповая развязка по 8). Связь контроллеров с другими устройствами и модулями производства Siemens осуществляется по про-

приетарным протоколам Profibus и Profinet, но для подключения сторонних устройств есть встроенная поддержка Modbus. На рынке также доступны изделия третьих фирм, обеспечивающих преобразование протоколов Profibus-Modbus.

Главными достоинствами контроллеров Simatic S7 является максимальная известность и авторитетность торговой марки Siemens, а также широкая распространённость контроллеров на российских предприятиях. Как следствие последней: наличие подготовленных специалистов, запасных частей, стремление обслуживать однородные программно-технические средства и т.п.

Опыт внедрений АО «НВТ-Системы» и проведённые испытания подтверждают успешность совместного использования как модулей, так и программно-технических комплексов Siemens с другими компонентами ПТС «МИРТС».

Промышленные контроллеры TREI-5B-05 (АО «ТРЭИ»)

TREI-5B-05 (рис. 7) – семейство многофункциональных контроллеров различной информационной и вычислительной мощности. Как и в контроллерах АРКС400, каждый модуль УСО TREI-5B-05 типа М900 является независимым сетевым устройством, что позволяет использовать эти модули для создания сильно распределённых систем. В семействе есть процессорные блоки разной мощности, но в состав МИРТС включены только старшие модели М902 и М912, оснащенные мощными процессорами с тактовой частотой более 800 МГц и большим объемом памяти (более 128 МБ ОЗУ и 256 МБ Flash), что позволяет использовать их для автоматизации широкого спектра ответственных промышленных объектов.



▲ Рис. 7. Промышленные контроллеры TREI-5b-05



Рис. 8. Промышленные контроллеры ОВЕН ПЛК-110

Контроллер выполнен в прочном металлическом корпусе, оснащён двумя каналами Ethernet 10/100 и несколькими (до 5) каналами RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой. Модули УСО подключаются по резервированному кабелю RS-485 на скорости обмена до 2,5 Мбит/с.

Достоинствами контроллеров TREI-5B-05 также являются:

- высокая точность измерительных каналов – 0,1% для сигналов всех типов (унифицированных, термопар, термосопротивлений);
- возможность горячей замены модулей;
- устойчивость к внешним воздействиям (температуре, помехам и т.д.);
- наличие полного комплекта сертификатов, включая соответствие постановлению 719 об импортозамещении и SIL3 (в специальном исполнении контроллера);
- поддержка популярных протоколов обмена: Modbus RTU (Master/Slave), Modbus TCP (Master/Slave), OPC DA и др.

Контроллеры TREI-5B-05 полностью интегрированы в систему “МИРТС”:

- на процессорные модули M902 и M912 установлено БПО “САРГОН” производства АО “НВТ-Системы”;
- все модули контроллера TREI-5B-05 могут использоваться в любых комбинациях с модулями контроллера АРКС400: модули УСО АРКС400 можно подключать к процессорным модулям M912/M902 и наоборот;
- на контроллерах TREI-5B-05 с ФПО “САРГОН” внедрено большое количество АСУ ТП в различных сочетаниях модулей производства “ТРЕИ”/“НВТ-Системы”.

Промышленные контроллеры ОВЕН ПЛК-110 (ООО “ОВЕН”)

ОВЕН ПЛК-110 (рис. 8) – семейство многофункциональных контроллеров средней информационной и вычислительной

мощности, предназначенное для автоматизации объектов малого и среднего уровня сложности.

Контроллеры имеют широкую номенклатуру модулей среднего класса точности (0,25%) и различного уровня защищённости – есть варианты и с групповой гальванической развязкой по 8 каналов (большинство типов), и с индивидуальной. Связь контроллеров с другими устройствами и модулями осуществляется по сетям Ethernet и RS-485 (Modbus RTU).

Главными достоинствами контроллеров ОВЕН является низкая цена и широкая распространённость. На объектах некоторых классов они почти не имеют конкурентов. При этом качество контроллеров ОВЕН постоянно повышается, что хорошо заметно даже по внешнему виду (рис. 8).

Интеграция контроллеров ПЛК-110 в “МИРТС” может осуществляться на двух уровнях:

- модули контроллера ПЛК-110 могут использоваться в любых комбинациях с модулями контроллера АРКС400: модули УСО АРКС400 можно подключать к процессорным модулям ПЛК-110 (например, для отдельных измерений, требующих высокой точности), а модули УСО ПЛК-110 – к процессорным модулям АРКС400 (когда требуется высокое быстродействие для решения сложных задач); процессорные модули ПЛК-110 могут быть включены в “МИРТС” через стандартные протоколы Modbus RTU или TCP, или через OPC DA;
- на процессорные модули ПЛК-110, оснащённые исполнительной системой Codesys 3.5, устанавливается виртуальная машина “МИРТС”, что обеспечивает глубину интеграции контроллеров ПЛК-110 в систему на уровне собственных контроллеров АРКС400 (а также REGUL и TREI).

Внедрений “МИРТС” с контроллерами ОВЕН пока немного, но они уже есть.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИРТС ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА

Все технические и программные компоненты МИРТС взаимно-совместимы, поддерживают распределённые сетевые структуры и могут применяться в конкретной АСУ ТП в различных сочетаниях. Выбор набора компонентов определяется требованиями, предъявляемыми к данной АСУ ТП, и предпочтениями Заказчика.

Широкий спектр и взаимная совместимость используемых средств позволяют обеспечить оптимальное соответствие характеристик создаваемых систем предъявляемым требованиям. Следствием этого является оптимальная цена АСУ ТП на базе МИРТС.

Типовые решения АО «НВТ-Системы» обеспечивают высокие качественные показатели АСУ ТП на базе МИРТС:

- высокую надёжность АСУ ТП при сбалансированном объёме резервирования;
- высокое быстродействие АСУ ТП распределённой структуры;
- возможность реализации алгоритмов управления высокой сложности.

Распределённая архитектура МИРТС обеспечивает минимизацию финансовых и временных затрат на создание АСУ ТП:

- значительное (до 3-4-х раз) снижение стоимости монтажных работ, монтажных материалов и кабеля за счёт использования распределённых средств ввода-вывода сигналов;

- снижение стоимости строительных работ за счёт сокращения площади требуемых помещений щитов управления;
- повышение уровня заводской готовности компонентов АСУ ТП за счёт применения типовых решений;
- сокращение времени монтажных и пусконаладочных работ.

Использование в МИРТС передовых российских контроллеров, не уступающих по надёжности и уровню системно-технических решений лучшим импортным устройствам, и передовых отечественных Softlogic- и SCADA-систем делает **МИРТС оптимальным средством импортозамещения**.

Большой опыт внедрения типовых решений МИРТС в различных отраслях промышленности обеспечивает отработанность этих решений и гарантирует успешность внедрения АСУ ТП на базе МИРТС на новых объектах.

Список литературы

1. *Менделевич В.А.* Опыт интеграции АСУ ТП на ПТК «САРГОН» с системами и интеллектуальными устройствами других производителей – Автоматизация и ИТ в энергетике. 2014 г., № 12(65), с. 55-59.
2. *Менделевич В.А.* Непроцедурный язык программирования – теоретическая и практическая основа программного обеспечения «САРГОН» – Автоматизация и ИТ в энергетике. 2016 г., № 12(89), с. 26-36.

Менделевич Владимир Анатольевич – канд. физ.-мат. наук, генеральный директор АО «НВТ-Системы».