

А.З. СЕРЕБРЯКОВ (ГУП ВЭИ),  
С.А. ЗУБОВ ООО (“АйПиСи2Ю”)

## Система управления и мониторинга энергетического трансформаторного оборудования ШУМТ-М на базе контроллеров и модулей УСО серии I-7000

*Показана эффективность применения устройств серии I-7000 в задачах удаленного мониторинга и управления. Отмечается, что на базе этих устройств разработано и внедрено большое число недорогих и эффективных решений для широкого спектра промышленных и лабораторных задач, а число контроллеров и модулей ввода/вывода I-7000, поставленных на российский рынок, превысило 30 тысяч.*

*Application efficiency of I-7000 series devices in remote monitoring and control tasks is demonstrated. A lot of low-cost and effective solutions for a wide range of industrial and laboratory applications based on these devices were developed and installed. The number of I-7000 controllers and I/O modules supplied to the Russian market exceeds 30 thousand.*

В последнее время все более активно разрабатываются и внедряются средства непрерывного контроля и диагностики трансформаторного оборудования. Основные причины подобных разработок – экономические, поскольку аварийный выход из строя крупного трансформатора грозит энергокомпаниям большими убытками из-за перерывов в энергоснабжении. Поэтому естественно стремление контролировать состояние трансформаторного оборудования, выявлять развивающиеся дефекты, аномальные режимы работы и своевременно формировать необходимые рекомендации персоналу.

Пример такой системы – разработанная ГУП “Всероссийский электротехнический институт (ВЭИ)” при участии ОАО “Энергосетьпроект” система мониторинга ШУМТ-М. Эта система непрерывного контроля и мониторинга высоковольтного маслонаполненного трансформаторного оборудования выполняет следующие основные функции:

- управления системой охлаждения, обеспечивающей оптимальное соотношение нагрузки трансформатора, температуры масла и энергопотребления охладителей;
- контроля состояния охладителей и эффективности системы охлаждения;
- контроля температуры верхних слоев масла и окружающей среды;
- подсчета суммарного времени работы каждого из двигателей вентиляторов обдува и маслонасосов;
- определения энергопотребления системы охлаждения;
- контроля суммарной токовой нагрузки;
- приема сигналов от внешних датчиков с аналоговым и дискретным выходным сигналом;
- приема сигналов от внешних датчиков с выходным интерфейсом RS-485.

Устройство управления и мониторинга обеспечивает управление системой охлаждения трансформатора с использованием аналоговых датчиков температуры верхних слоев масла (термометров сопротивления или датчиков с выходом 4...20 мА), а также с использованием контактных (токовых реле) или аналоговых датчиков токовой нагрузки (трансформаторов тока, датчиков с выходом 4...20 мА). ШУМТ-М реализует соотношение между нагрузкой трансформатора и числом включенных охладителей в соответствии с ГОСТ 11677-85. Из рис. 1 можно получить общее представление о структуре и составе основного (ШУМТ-М) и дополнительного (ШУМТ-М1) шкафов управления и мониторинга трансформаторного оборудования, их взаимодействия между собой и системой охлаждения, организации каналов между контроллерами I-7188 и модулями УСО I-7000, между основным и дополнительным шкафами и с локальной сетью верхнего уровня.

Конструктивно ШУМТ-М представляет собой стальной шкаф наружной установки с односторонним обслуживанием со стороны передней двери (рис. 2). Ввод силовых и сигнальных кабелей и проводов – снизу, через отверстия в полу шкафа, снабженные уплотнительными муфтами. Шкаф потребляет незначительную мощность, поэтому рассеяние тепла и охлаждение аппаратуры осуществляются за счет естественной конвекции. Для обеспечения работы оборудования при низких температурах в шкафу предусмотрена система обогрева.

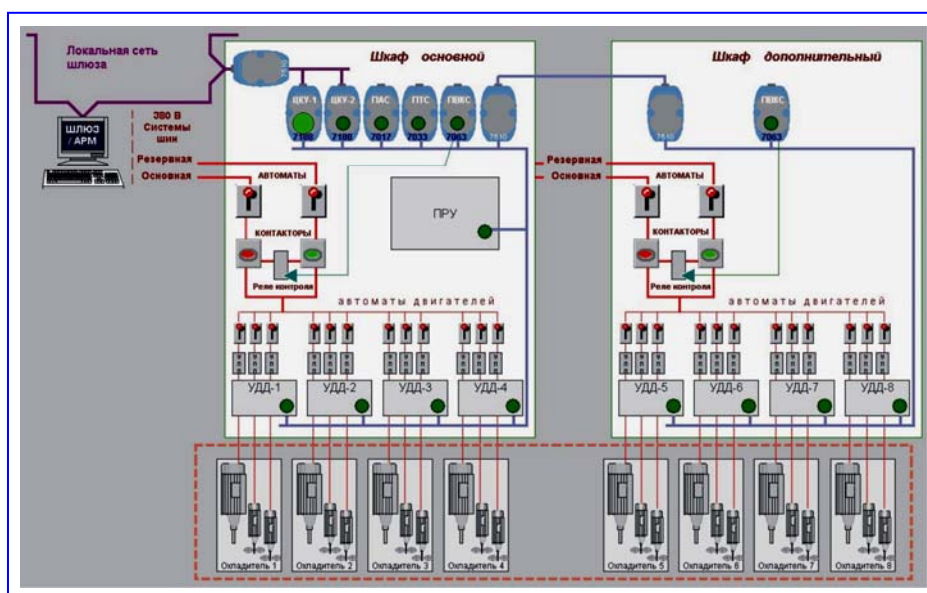
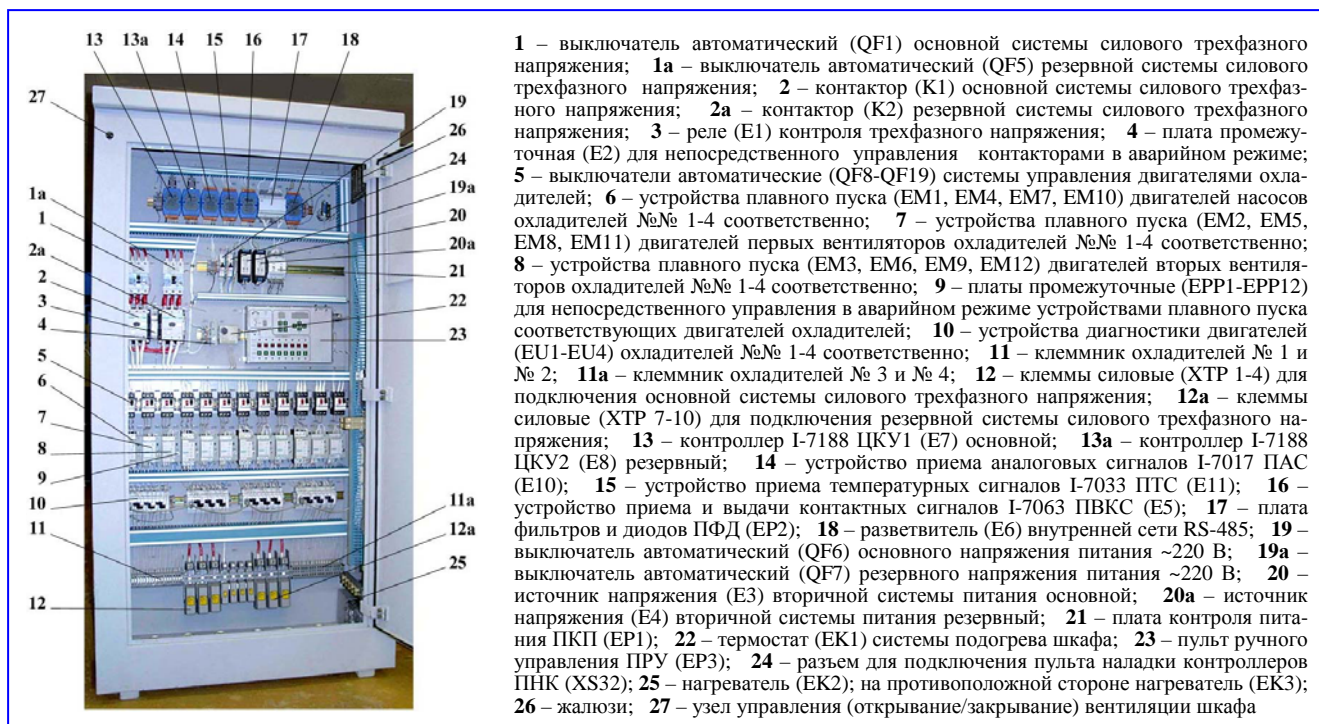


Рис. 1. Структура и состав шкафов ШУМТ-М (основной) и ШУМТ-М1 (дополнительный)



1 – выключатель автоматический (QF1) основной системы силового трехфазного напряжения; 1a – выключатель автоматический (QF5) резервной системы силового трехфазного напряжения; 2 – контактор (K1) основной системы силового трехфазного напряжения; 2a – контактор (K2) резервной системы силового трехфазного напряжения; 3 – реле (E1) контроля трехфазного напряжения; 4 – плата промежуточная (E2) для непосредственного управления контакторами в аварийном режиме; 5 – выключатели автоматические (QF8-QF19) системы управления двигателями охладителей; 6 – устройства плавного пуска (EM1, EM4, EM7, EM10) двигателей насосов охладителей №№ 1-4 соответственно; 7 – устройства плавного пуска (EM2, EM5, EM8, EM11) двигателей первых вентиляторов охладителей №№ 1-4 соответственно; 8 – устройства плавного пуска (EM3, EM6, EM9, EM12) двигателей вторых вентиляторов охладителей №№ 1-4 соответственно; 9 – платы промежуточные (EPP1-EPP12) для непосредственного управления в аварийном режиме устройствами плавного пуска соответствующих двигателей охладителей; 10 – устройства диагностики двигателей (EU1-EU4) охладителей №№ 1-4 соответственно; 11 – клеммник охладителей № 1 и № 2; 11a – клеммник охладителей № 3 и № 4; 12 – клеммы силовые (ХТР 1-4) для подключения основной системы силового трехфазного напряжения; 12a – клеммы силовые (ХТР 7-10) для подключения резервной системы силового трехфазного напряжения; 13 – контроллер I-7188 ЦКУ1 (E7) основной; 13a – контроллер I-7188 ЦКУ2 (E8) резервный; 14 – устройство приема аналоговых сигналов I-7017 ПАС (E10); 15 – устройство приема температурных сигналов I-7033 ПТС (E11); 16 – устройство приема и выдачи контактных сигналов I-7063 ПВКС (E5); 17 – плата фильтров и диодов ПФД (E2); 18 – разветвитель (E6) внутренней сети RS-485; 19 – выключатель автоматический (QF6) основного напряжения питания ~220 В; 19a – выключатель автоматический (QF7) резервного напряжения питания ~220 В; 20 – источник напряжения (E3) вторичной системы питания основной; 20a – источник напряжения (E4) вторичной системы питания резервный; 21 – плата контроля питания ПКП (E1); 22 – термостат (ЕК1) системы подогрева шкафа; 23 – пульт ручного управления ПРУ (E3); 24 – разъем для подключения пульта наладки контроллеров ПНК (XS32); 25 – нагреватель (ЕК2); на противоположной стороне нагреватель (ЕК3); 26 – жалюзи; 27 – узел управления (открытие/закрывание) вентиляции шкафа

Рис. 2. Расположение составных частей и устройств в шкафу ШУМТ-М

В качестве основной системы управления при проектировании ШУМТ-М были выбраны контроллеры и модули удаленного ввода/вывода серии I-7000, поставляемые компанией IPC2U. Устройства серии I-7000 как нельзя лучше подходят для задач удаленного мониторинга и управления. В состав серии I-7000 входят контроллеры (I-7188) и модули ввода/вывода, позволяющие легко организовать ввод или вывод наиболее распространенных сигналов. I-7188 – это, по сути, миниатюрный PC-совместимый компьютер. В нем есть процессор, электронный Flash-диск, часы реального времени, 4 последовательных порта – то есть почти все необходимые атрибуты обычного компьютера. В настоящее время контроллеры I-7188 не имеют себе равных среди PC-совместимых контроллеров по соотношению цена/производительность. В каждой системе ШУМТ-М использованы 2 контроллера: основной и резервный. Алгоритм работы контроллеров включает опрос и управление модулями ввода/вывода, передачу информации о режимах работы в диспетчерский центр, сигнализацию о сбоях. Программное обеспечение контроллеров было разработано на языке C++, что не вызвало каких-либо сложностей, так как на прилагаемом к контроллеру диске содержится большое количество хорошо документированных примеров.

Модули ввода/вывода сигналов I-7000 представляют собой устройства, преобразующие аналоговые или дискретные сигналы с датчиков в данные, передаваемые по интерфейсу RS-485. В номенклатуре серии I-7000 представлены модули ввода и вывода аналоговых или дискретных данных, в том числе модули, обеспечивающие подключение термодпар и термосопротивлений. Модули объединяются между собой в асинхронную полудуплексную двухпроводную сеть по стандарту RS-485, при этом максимальная длина сегмен-

та сети без репитера (усилителя-повторителя I-7510) может составлять до 1200 м, а скорость передачи данных может варьироваться от 1200 до 115200 бод. Стандартным форматом передачи данных является 10-битный (1start+8data+1stop), а поддерживаемым протоколом передачи данных являются ASCII-символы (протокол DCON) либо ModBus RTU (в модулях серии M-7000). В составе каждой системы ШУМТ-М использованы 3 модуля: I-7017 (ввод аналоговых сигналов унифицированных диапазонов ГСП), I-7033 (ввод сигналов термосопротивлений) и I-7063 (модуль управления со встроенными реле).

Важной особенностью контроллеров I-7188 и модулей серии I-7000 является возможность питания модулей от нестабилизированного источника питания напряжением от +10 до +30 В и возможность работы в диапазоне температур от -25 до +75 °С, что позволило снизить мощность системы +подогрева шкафа управления для обеспечения работоспособности при температуре до -45 °С.

Система, созданная на основе перечисленного оборудования, обеспечивает:

- автоматическое управление системой охлаждения трансформаторов и реакторов с системой охлаждения видов ДЦ и НДЦ в соответствии с ГОСТ 11667;
- автоматическое включение резервного охладителя при отказе любого из работающих;
- контроль состояния (исправности) двигателей маслонасосов и вентиляторов;
- контроль состояния (исправности) силовых ключей, управляющих двигателями маслонасосов и вентиляторов;
- принудительное включение охладителя при пробое силовых ключей в отдельных фазах;

- управление включением/отключением охладителей при помощи встроенного в основной шкаф пульта ручного управления;
- аварийное ручное включение/отключение отдельных двигателей системы охлаждения;
- автоматическое переключение питания 3×380 В с основной шины на резервную и обратно;
- контроль температуры верхних слоев масла;
- контроль токовой нагрузки;
- передачу информации в АСУТП о состоянии трансформаторного оборудования, его системы охлаждения, а также аппаратуры ШУМТ-М в объеме, определяемом составом и количеством подключенных первичных датчиков;
- контроль температуры окружающего воздуха и запрет включения электродвигателей маслонасосов при температуре окружающего воздуха или температуре масла ниже заданной уставки;
- самодиагностику и определение отказавшего узла с точностью до единицы замены;
- снижение бросков тока в цепях силового питания за счет применения устройств плавного пуска и поочередного (с интервалом в 5 с) включения электродвигателей маслонасосов и вентиляторов.

Результатом внедрения первых образцов ШУМТ-М на базе устройств серии I-7000 стало значительное сокращение времени простоя при выходах оборудования из строя и плановых работах, повышение энергоэффективности работы трансформаторных подстанций, сокращение затрат на плановые осмотры и диагностику.

Данный пример наглядно иллюстрирует эффективность применения устройств серии I-7000 в задачах удаленного мониторинга и управления. Стоит отметить, что на базе этих устройств, поставляемых уже почти 10 лет, успешно разработано и внедрено довольно много недорогих, гибких и эффективных решений для самого широкого спектра промышленных и лабораторных задач, а число контроллеров и модулей ввода/вывода I-7000, поставленных на российский рынок, превысило 30 тысяч.

*Анатолий Залманович Серебряков – ведущий инженер ГУП “Всероссийский электротехнический институт (ВЭИ)”.*

*Телефон (495) 361-95-36. E-mail: aser@vei.ru*

*Сергей Анатольевич Зубов – старший менеджер по продукции ООО “АйТиСи2ИО”.*

*Телефон (495) 232-02-07. E-mail: zubov@icos.ru  
http://www.ipc2u.ru*



## Компания “РТСофт” и НПО “ТЕХНОКОНТ”



### объединяют усилия в области разработки систем усовершенствованного управления (Advanced Process Control – APC)

В условиях возрастающего спроса и предложений на рынке автоматизации повышаются требования к качеству автоматического управления и к развитию APC, как к одному из конкурентных преимуществ АСУТП. В связи с этим компания “РТСофт”, крупный российский системный интегратор, разработчик и поставщик ПТК для АСУТП, и НПО “ТЕХНОКОНТ”, предприятие, специализирующееся на проблематике прикладного уровня систем автоматического регулирования (САР), заявляют о партнерском соглашении, которое позволит достичь нового качества и новых потребительских свойств и функций ПТК АСУТП, выпускаемых РТСофт.

В рамках сотрудничества, на основе аутсорсинга, РТСофт делегирует НПО “ТЕХНОКОНТ” предоставление следующих специализированных услуг и решений:

- внутренний аудит проектной документации на АСУТП в части реализации САР;
- разработку оптимальных прикладных решений в части автоматического регулирования, разработку технического задания на их реализацию в составе ПТК АСУТП;
- написание эксплуатационной документации по функциям автоматического регулирования ПТК АСУТП;
- сопровождение и консультационное обслуживание пользователей систем автоматического регулирования ПТК АСУТП;
- обучение пользователей методологии наладки систем регулирования, оснащение ПТК АСУТП специализированными средствами эффективной наладки.

Сотрудничество в этой области позволит повысить эффективность разработки и эксплуатации внедряемых ПТК АСУТП, а именно:

- уменьшение вероятности появления проектных ошибок, требующих для исправления дополнительных капиталовложений;
- заметное сокращение времени пусконаладочных работ;
- высокое методологическое и сервисное оснащение САР;
- “прозрачность” и доступность САР для самостоятельного оперативного сопровождения эксплуатационным персоналом;
- повышение профессионального уровня персонала, обслуживающего САР.

Телефоны: (495) 742-68-28, 967-15-05.

E-mail: pr@rtsoft.ru

http://www.rtsoft.ru

Телефон/факс (495) 962-91-30.

E-mail: info@technocont.ru

http://www.technocont.ru