

Аппаратно-программные средства для автоматизации процессов нефтегазодобычи

*В.В. Исупов, главный специалист СКБ "Промавтоматика",
С.А. Сафронов, главный специалист СКБ "Промавтоматика"*

Из всего многообразия подходов при создании аппаратно-программных средств для решения задач автоматизации объектов нефтегазодобычи можно выделить два основных направления – разработку специализированных устройств, реализующих логику управления конкретного технологического объекта, оборудования, установки, и использование стандартизованных решений с применением универсальных программно-аппаратных средств и различных наборов модулей ввода-вывода. Применение первого подхода наиболее эффективно при автоматизации типовых объектов, в массовых количествах применяемых на нефтегазодобывающих предприятиях, на которых неоправданно дорогим оказывается решение с применением стандартизованных решений. К таким объектам можно отнести нефтяные скважины, оснащенные ШГН и ЭЦН, газовые скважины, АГаУ и другие. И, в свою очередь, при автоматизации объектов с более сложной, не повторяющейся от объекта к объекту технологической схемой, большим объемом контролируемых параметров и исполнительных устройств, например, ДНС, УПСВ, КНС, БКНС, УППН и др. – оптимальным решением оказывается применение стандартизованных аппаратно-программных модулей с поддержкой программируемой логики для обеспечения большей гибкости.

Необходимо также отметить, что независимо от выбранного подхода, обязательным требованием является обеспечение совместимости применяемого оборудования на уровне требований протоколов обмена данными с верхним уровнем SCADA, АСУТП, АСКУЭ, ИУС и т.п.

Кроме того, особое внимание следует уделять максимально жестким требованиям к эксплуатационным характеристикам оборудования. А именно, расширенный температурный диапазон, непрерывный круглосуточный режим функционирования, значительна территориальная удаленность технологических объектов и связанные с этим трудности монтажа и технического обслуживания оборудования, низкое качество каналов связи, наличие промышленных помех в электрических сетях. Также немаловажно обеспечение совместимости с разнообразными типами датчиков и исполнительных устройств, также учет специфических требований конкретных технологических объектов.

Учитывая вышеперечисленные особенности, фирма СКБ "Промавтоматика" разработала и организовала серийное производство аппаратно-программных средств, позволяющих максимально эффективно решать задачи автоматизированного управления и сбора информации с удаленных объектов нефтегазодобывающих предприятий.

Терминальные контроллеры (ТК) - это микропроцессорные устройства, поддерживающие коммуникационные протоколы информационных систем верхнего уровня со встроенным прикладным программным обеспечением или предназначенные для исполнения управляющих программ, разработанных на инструментальном пакете ISaGRAF. Терминальные контроллеры могут работать как ведомое устройство с любой SCADA, поддерживающей протокол MODBUS или "Телескоп +".

Терминальные контроллеры имеют следующие порты связи:

- модем V.23 – для связи с удаленной SCADA через радиоканал, физическую или выделенную телефонную линию;
- RS-485 – для объединения в локальную сеть контроллеров и устройств расширения, для подключения внешних интеллектуальных устройств и датчиков с последовательным интерфейсом по протоколу MODBUS;

- RS-232-порт свободного программирования, можно использовать для связи с программирующим компьютером системы ISaGRAF, локальным пультом управления, для связи SCADA по протоколу MODBUS. Возможно применение адаптеров RS-232/RS-485.

Построение аппаратной части комплекса автоматизированного управления технологическим объектом с использованием оборудования производства СКБ "Промавтоматика" представлено на рис.1.

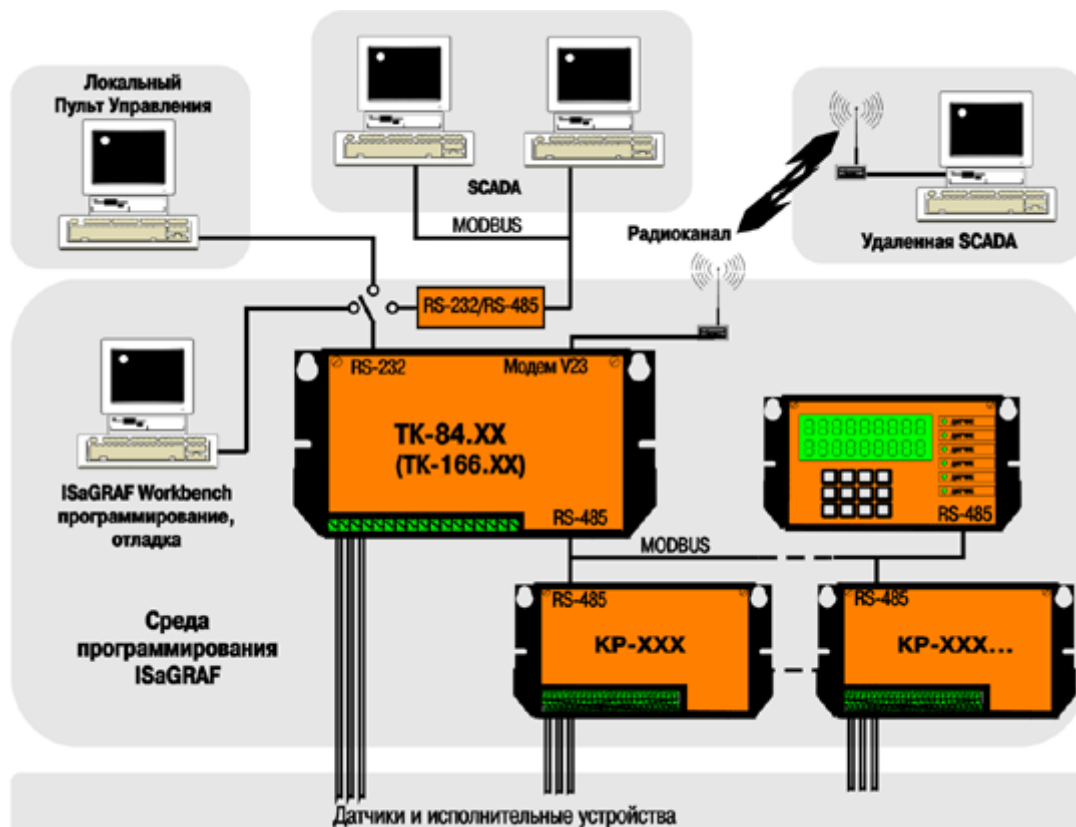


Рис.1

В настоящее время ряд аппаратных средств выглядит следующим образом.

TK-166.01–контроллер ШГН (4 цифровых входа, 3 аналоговых 10-разрядных входа, 2 цифровых релейных выхода, трёхфазные датчики тока и напряжения).

Встроенное программное обеспечение контроллера позволяет автоматически определять:

- неисправности в механической части: обрыв и проскальзывание ремней, обрыв штанг, разбаланс противовесов;
- энергетические характеристики: перегрузка по току, отклонение напряжения от нормы, перекос фаз, отклонение частоты сети питания от нормы, коэффициент реактивной мощности, коэффициент гармоник для напряжения;
- неисправности в насосной системе и состоянии скважины: заклинивание насоса, высокая и низкая посадка плунжера насоса, неисправность клапанов насоса, незаполнение насоса, отсутствие столба жидкости, определение откачанного состояния скважины;
- дополнительные возможности КШГН: счётчик электроэнергии, оценка дебта, автоматическое управление периодической откачкой, программируемая

задержка автоматического включения, автоматическое выключение при аварийных ситуациях, построение динамограмм.

TK-166.02 - контроллер АГЗУ (10 цифровых входов, 4 аналоговых 10-разрядных входа, 4 цифровых релейных выхода) предназначен для автоматического управления работой групповой замерной установки типа "Спутник".

TK-166.03 - контроллер ЭЦН (4 цифровых входа, 3 аналоговых 10-разрядных входа, 2 цифровых релейных выхода, трёхфазные датчики тока и напряжения).

КЭЦН позволяет автоматически реализовать:

- определение энергетических характеристик: перегруз/недогруз по току, дисбаланс токов, повышенное/пониженное напряжение, дисбаланс напряжений фаз, неправильное чередование фаз;
- регламентирующие функции: предотвращение излишнего числа попыток перезапуска, предотвращение перезапуска после блокировки, предотвращение перезапуска до истечения минимального периода охлаждения;
- дополнительные возможности: счетчик электроэнергии, подсчет времени работы/простоя, автоматическое выключение при аварийных ситуациях.

TK-84.M1 - универсальный контроллер (64 цифровых входа, 32 аналоговых 10-разрядных входа, 4 цифровых релейных выхода). Предназначен для функционирования в качестве управляющего компьютера, выполняющего прикладную задачу, разработанную при помощи инструментального пакета ISaGRAF и/или в качестве терминального контроллера - клиента SCADA.

Контроллеры расширения (КР) - это микропроцессорные устройства расширения каналов ввода/вывода или для подключения удаленных датчиков и исполнительных устройств с целью минимизации затрат на линии связи. КР подключаются к ТК по протоколу MODBUS через интерфейс RS-485. Физически КР соединяются с ТК по витой паре и могут находиться на удалении до 1,5 км.

КР-Д16А8 - контроллер расширения входов (16 цифровых входов, 8 аналоговых 12-разрядных входов).

КР-16Р - контроллер расширения выходов (16 цифровых релейных выходов).

ПИК-УВП - контроллер расширения для вычислителей УВП-280 (2 частотных входа, 4 цифровых входа, 2 входа термосопротивления, 8 аналоговых 16-разрядных входов).

Универсальные панели отображения - устройства полностью управляемые прикладной программой ISaGRAF. Предназначены для отображения состояния контролируемого объекта, ввода команд управления. Эти устройства оснащаются алфавитно-цифровыми или графическими ЖКИ-индикаторами, функциональной клавиатурой, световыми и/или звуковыми сигнализаторами.

Ряд периферийных КР постоянно расширяется в зависимости от требований прикладных задач. В ближайшей перспективе появятся КР с функциями ЦАП, бесконтактных релейных выходов и др.

Следует отдельно отметить, что в качестве КР к ТК может быть подключено любое другое устройство, поддерживающее протокол MODBUS на интерфейсе RS-485.

Разработка и исполнение прикладной задачи на средствах СКБ "Промавтоматика" возможны несколькими способами:

- реализация необходимых алгоритмов средствами программирования ядра ПО ТК;
- написание прикладной задачи для выполнения ядром ISaGRAFTarget;
- написание прикладной задачи для выполнения ядром ISaGRAFTarget с интерфейсом к пользовательским функциям, интегрированным в ядро ПО ТК.

При разработке аппаратно-программных средств, реализующих возможность создания программируемой логики управления автоматизированным объектом, в качестве базового средства был выбран инструментальный пакет ISaGRAF. Основанием для этого послужило лидерство фирмы-разработчика на рынке подобных систем, наличие развитых средств отладки прикладных задач и средств описания периферийных устройств ввода-вывода.

Инструментальная система ISaGRAF Workbench включает шесть языков программирования для написания прикладной программы управляющей логики: последовательных функциональных схем (SFC), потоковых диаграмм (FC), функциональных блочных диаграмм (FBD), релейных диаграмм (LD), "структурированный текст" (ST), инструкций (IL). Язык SFC является самым развитым. Он позволяет описывать задачи на синтаксисе, близком к языку Паскаль, и имеет средства управления многозадачностью. Многозадачность, которую поддерживает ISaGRAF, очень удобна для написания прикладных программ контроля и управления. Функции, критичные ко времени управления, можно описать как независимые задачи. В этом случае время реакции этих задач на какие-либо события всегда прогнозируемо, а чаще - минимально. Прикладные задачи могут оперировать как с внутренними устройствами ввода-вывода, так и с периферийными с целью получения данных для обработки и взаимодействия с устройствами управления.

При помощи ISaGRAF Workbench создается аппаратно независимый код, который затем может интерпретироваться любым контроллером, на котором установлено ядро ISaGRAF Target. В общем случае для установки ISaGRAF Target на конкретную процессорную платформу используется операционная система. При этом, обеспечивая удобство переноса исполняющего ядра ISaGRAF Target, установка операционной системы налагает дополнительные требования к аппаратуре и требует дополнительных системных ресурсов, что в итоге увеличивает стоимость системы.

Оригинальным решением в разработках СКБ "Промавтоматика" явилось то, что исполняющее ядро ISaGRAF Target взаимодействует непосредственно с аппаратурой процессора, не с операционной системой. В результате кроме решения основной задачи - выполнения процессором исполняющего ядра ISaGRAF Target, дополнительно были: значительно снижены требования к системным ресурсам контроллера, увеличено быстродействие, улучшены устойчивость и "живучесть" системы, например, предоставлена возможность продолжения выполнения прикладной программы после пропадания питания с того же места, где она прервалась и др.

Платформа, на которой реализованы ТК: процессор семейства Siemens C16x (16-ти разрядный RISC), 128 Кбайт FLASH, 128 Кбайт ОЗУ (энергонезависимая), 32 Кбайт EEPROM, часы реального времени.

Объединение преимуществ предлагаемого решения, удобство и относительная простота создания прикладных задач в инструментальной среде ISaGRAF Workbench позволяют максимально эффективно проводить работы по автоматизации технологических процессов нефтегазодобычи.

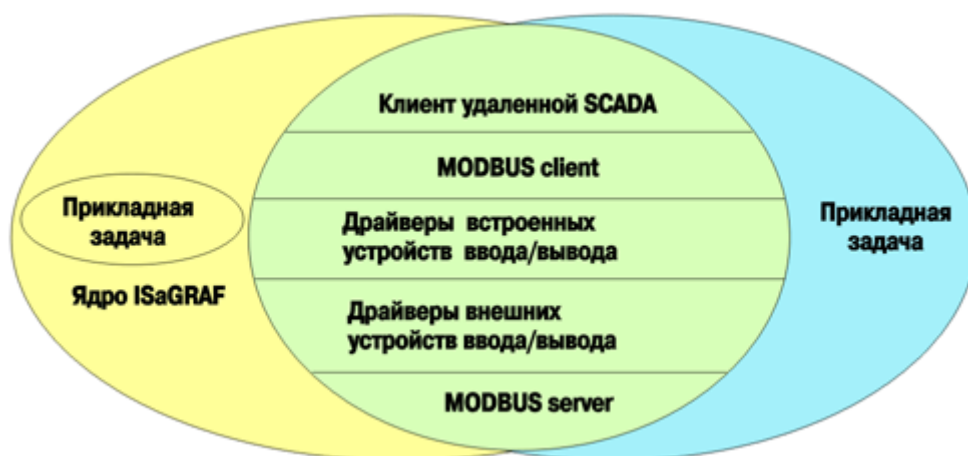


Рис.2. Структура программного обеспечения комплекса.

Опубликовано: журнал «Нефтяное хозяйство» №5 2001 г.