



Система дистанционного контроля скважин и управления установкой комплексной подготовки газа

Богдан Кудлак, Павел Дехтярчук, Юрий Федорович, Фадей Кулик

Статья описывает информационно-измерительную систему контроля газовых скважин, реализованную ТОО «ВОТУМ» (г. Ивано-Франковск, Украина) по заказу «Регал Петролеум Корпорейшн Лимитед» на одном из газоконденсатных месторождений в Полтавской области. Целью разработки системы было повышение оперативности действий персонала для оптимизации отбора газа от каждой скважины.

При проектировании современных АСУ ТП разработчик имеет в своём распоряжении широкий спектр оборудования для реализации функций автоматизации. При выборе этих средств предпочтение отдаётся современным средствам полной интеграции, позволяющим объединить в одном программном пакете функции нижнего и верхнего уровней автоматизации. Эти средства, разработанные ведущими фирмами, как правило, имеют дополнительные возможности для работы со средствами автоматизации других фирм с помощью стандартизованных интерфейсов связи. Примером такой системы является широко используемая система управления процессами SIMATIC PCS7 (Process Control System 7) фирмы Siemens.

Система управления процессами SIMATIC PCS7 является системой управления технологическими процессами, построенной в соответствии с концепцией Siemens «полностью интегрированная автоматизация». Эта система может быть применена для автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности. Она базируется на использовании стандартных изделий семейства SIMATIC S7. При этом допускается использование средств автоматизации других фирм, обладающих необходимыми технико-экономическими характеристиками.

В 2013 г. ТОО «ВОТУМ» (г. Ивано-Франковск, Украина) выполнило разработку и успешное внедрение системы

автоматизации установки комплексной подготовки газа на базе системы управления процессами SIMATIC PCS7 фирмы Siemens с интеграцией в эту систему контроллеров фирмы Phoenix Contact, а также разработало набор дополнительных функциональных блоков для контроля и управления технологическими параметрами. Система отличается широкими возможностями визуализации по сравнению с имеющимися аналогами.

ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является установка комплексной подготовки газа на газоконденсатном месторождении в Полтавской области (Украина). Девять газовых скважин находятся в поле в радиусе до 10 км от места расположения установки комплексной подготовки газа (УКПГ) и центра управления. Возможность использовать централизованное электроснабжение для всех газовых скважин отсутствует. Поэтому по техническому заданию необходимо было предусмотреть возможность автономного питания.

Цели создания системы:

- внедрение высокоэффективной, современной информационно-измерительной системы, которая обеспечивает повышение уровня оперативного контроля, качество и безопасность ведения технологического режима;



Рис. 1. Газовая скважина

- увеличение точности измерения технологических параметров;
- повышение оперативности действий персонала с целью оптимизации отбора газа от каждой скважины.

Система предназначена для сбора информации о состоянии технологических параметров устья скважин (рис. 1) и представления её в удобном виде на мониторе автоматизированного рабочего места оператора (АРМ). Она предусматривает измерение на каждом устье скважины следующих параметров:

- температуры газа до и после штуцера,
 - трубного и затрубного давления,
 - межколонного давления,
 - давления после штуцера,
- а также аварийную сигнализацию при отказе оборудования системы.

Для создания распределённой автоматизированной системы управления установки комплексной подготовки газа (УКПГ, рис. 2) использован резервированный контроллер S7-400HF с функциями безопасности и противоаварийной защиты (F-система), а также система управления непрерывными процессами SIMATIC PCS7 фирмы Siemens. Реализация функций безопасности и противоаварийной защиты в контроллерах S7-400FH поддерживается программами безопасного управления (F-программами) центрального процессора, а также специальными сигналами модулями (F-модулями).

СТРУКТУРА И СОСТАВ РАЗРАБОТАННОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА

Архитектура разработанного программно-аппаратного комплекса базируется на промышленных стандартах открытых систем и обеспечивает возможность его поэтапного развития и модернизации в течение всего жизненного цикла. Созданная система дистанционного контроля параметров скважины предусматривает возможность расширения и подключения дополнительных объектов и новых скважин. На рис. 3 показана разработанная структурная схема АСУ УКПГ.

Энергоснабжение шкафов контроля локальных контроллеров ряда скважин выполнено с использованием солнечных батарей RAD-SOL-SET-24-200IF фирмы Phoenix Contact. С целью уменьшения потребляемой мощности предусматривается применение датчиков давления Emerson 2051T-G с пониженным энергопотреблением и выходным



Рис. 2. Установка комплексной подготовки газа

сигналом в диапазоне 1–5 В. Остальные шкафы контроля системы питаются от стационарной сети электроснабжения с напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

Внешний вид шкафа контроля в антивандальном корпусе и система в сборе на площадке показаны на рис. 4 и 5.

Корпус шкафа контроля с целью теплоизоляции и предотвращения образования конденсата изнутри покрыт сверхтонкой жидкой теплоизоляцией TSM Ceramic, отличающейся низкой теплопроводностью — не более 0,001 Вт/(м·°C). Для сравнения приведём данные о том, что пустотелый кирпич имеет теплопроводность 0,44 Вт/(м·°C), а пенопласт ПС1 — 0,037 Вт/(м·°C). TSM Ceramic — это микроскопические (0,03–0,08 мм), пустотелые керамические шарики, которые находятся во взвешенном состоянии в жидкой композиции.

Номинальная мощность стандартной системы питания фирмы Phoenix Contact RAD-SOL-SET-24-200IF на солнечных батареях составляет 200 Вт. При использовании двух дополнительных солнечных панелей по 50 Вт мощность может быть увеличена до 300 Вт. Для обеспечения бесперебойной работы шкафов контроля использованы аккумуляторы с номинальной ёмкостью 100 А·ч. Такая ёмкость аккумуляторов обеспечивает бесперебойную работу шкафа контроля в течение примерно пяти дней без прямого потребления солнечной энергии.

Аккумуляторы упакованы в контейнер со степенью защиты IP67 и закопа-

ны в землю на глубину 1 м (среднегодовая температура внешней среды +5°С).

При выборе контроллера упор был сделан на низкую потребляемую мощность, что особенно важно при питании от солнечных батарей, и на возможности беспроводной коммуникации.

Данные о параметрах технологического процесса, условиях работы, а также сообщения об отказе каких-либо устройств в центр управления могут быть переданы посредством SMS, GSM-модема или через GPRS-соединение (General Packet Radio Service), которое хорошо подходит для задач удалённого управления. Преимуществами выбора GPRS при решении задачи удалённого управления являются хорошее покрытие сети и низкие капитальные затраты по сравнению с другими методами передачи данных.

GPRS является надстройкой над стандартом GSM, предназначенной для пакетной передачи данных. Это означает, что при передаче данные разделяются на пакеты и соединяются при приёме. Теоретическая скорость передачи данных 171,2 кбит/с. Однако на практике число доступных тайм-слотов в кадре ограничивается техническими возможностями мобильной станции и мобильных сетей связи. Максимальная скорость передачи данных, которая может быть достигнута на практике, составляет 53,6 кбит/с. Реальная скорость передачи данных зависит от соотношения сигнал—шум, от текущей пропускной способности сети и выделенных тайм-слотов.

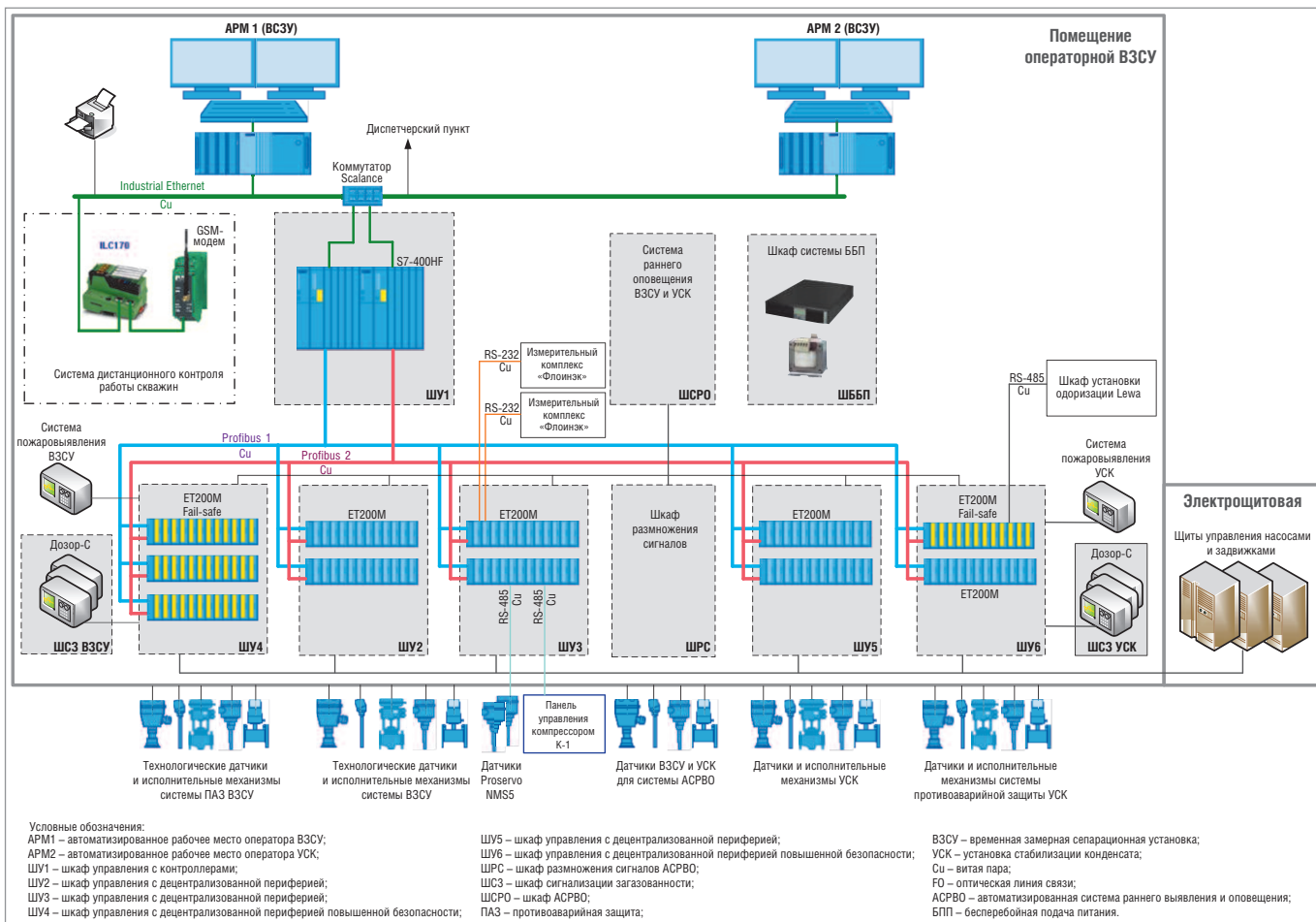


Рис. 3. Структурная схема АСУ УКПГ

С помощью программного пакета PC WORX устанавливается соединение GPRS_CONNECT с контроллером ILC 150 GSM/GPRS. Для связи через это соединение используются TCP/IP блоки. При этом передача данных производится по протоколу TCP/IP.

Модем PSI-GPRS/GSM-MODEM обеспечивает связь по протоколам GSM/GPRS и поддерживает четыре

диапазона частот: 850, 900, 1800 или 1900 МГц. Для подключения антенны предусмотрено антенное гнездо SMA 50 Ом. PIN-код сохраняется в модеме. Имеется встроенный стек протоколов TCP/IP, а также функция самостоятельного восстановления соединения. Модем рассчитан на использование обычной SIM-карты. Периодичность сбора данных (опрос датчиков с ведением архивов) не менее 1 раза в минуту, а периодичность передачи данных — не реже 1 раза в 5 минут с возможностью изменения периодичности дискретно (10 с, 1, 5, 15 мин) при возникновении

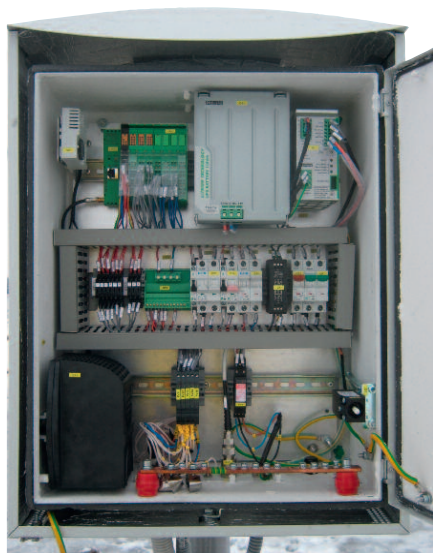


Рис. 4. Внешний вид шкафа контроля в антивандальном корпусе



Рис. 5. Внешний вид оборудования автоматизации скважины

аварийных ситуаций (выход за пределы аварийных уставок, изменение положения задвижек и т.д.). При разрыве связи контроллер накапливает данные в энергонезависимой памяти. При возобновлении связи непрочитанные данные начинают передаваться на пульт управления оператора. Считывание архивных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти контроллеров ILC 150 GSM/GPRS (в случае возобновления связи после её утраты), проводится с помощью программного пакета WinCC ODK v7.0 (Open Development Kit), который представляет собой набор функций на языке C и C++. В архивных данных есть метка времени, по которой данные записываются в существующие архивы WinCC с соответствующей датой и временем. Объём данных, хранящихся в энергонезависимой памяти контроллеров сбора информации, соответствует периоду работы скважины не менее трёх суток.

Стоимость передачи данных по каналу GPRS зависит прежде всего от объёма данных, а также от частоты запросов. С целью уменьшения стоимости передачи данных запросы генерируются с помощью специально разработанного драйвера (WELL's), написанного на языке PureBasic.

Технологические параметры устья скважин измеряются первичными преобразователями и поступают в контроллер, расположенный в непосредственной близости от датчиков. Контроллер обрабатывает полученную информацию и через встроенный модем передаёт её в операторную УКПГ через GPRS-соединение.

Датчики подключены кабелями к соответствующему шкафу контроля, в котором находится локальный программируемый контроллер ILC 150 GSM/GPRS. Он обрабатывает полученную от датчиков технологическую информацию и с периодичностью 1 раз в 5 минут передает её с помощью встроенного модема GSM/GPRS через сеть мобильной связи на АРМ оператора скважин в помещении операторной УКПГ.

Скважина № 059 для организации беспроводной передачи данных имеет датчики температуры и давления, а также преобразователь дискретного входа. Питание датчиков осуществляется от модулей питания 701PBKKF фирмы Emerson, срок службы которых 10 лет (при периоде опроса 1 мин). Для организации беспроводной передачи данных от скважины № 059 в шкафу конт-

роля ШК59 установлен беспроводной шлюз, который обеспечивает связь самоорганизующихся сетей WirelessHART с любой операционной системой. При этом обеспечивается:

- простота интеграции в существующие системы управления и обработки данных с использованием последовательных и Ethernet-коммуникаций;
- интеграция шлюза в существующие хост-системы с использованием стандартных промышленных протоколов, включая OPC, Modbus TCP/IP и Modbus RTU;

- надёжность передачи информации выше 99% с подтверждённым уровнем промышленной безопасности.

Для организации беспроводной связи используются:

- стандарт IEEE 802.15.4;
- диапазон частот IMS 2,4 ГГц, разделённый на 15 радиоканалов;
- синхронизированные по времени переключения каналов во избежание помех от радиомодулей, Wi-Fi и источников EMC, а также для повышения надёжности.

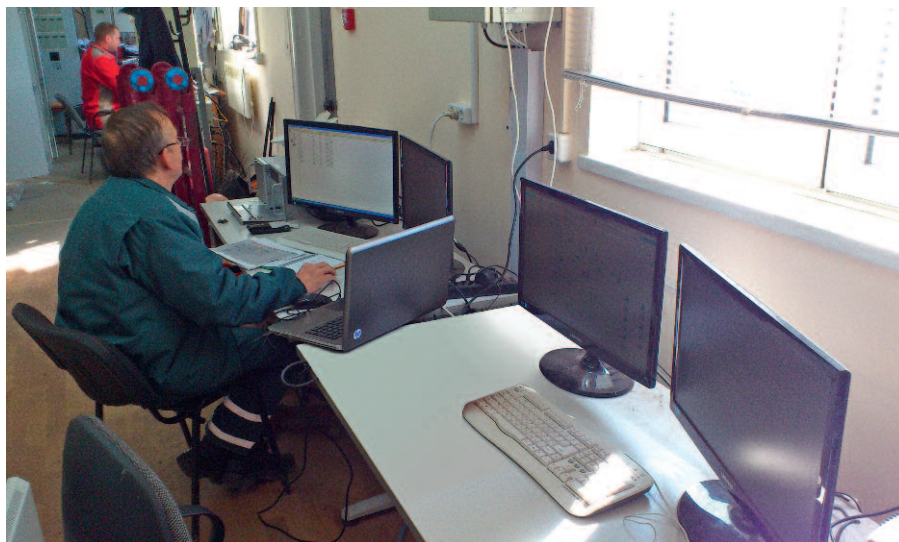


Рис. 6. Операторная УКПГ

Беспроводной шлюз обеспечивает надёжную защиту данных, облегчает интегрирование с системой верхнего уровня без использования дополнительного программного обеспечения, а также непрерывно оптимизирует производительность сети для получения максимальной достоверности данных и увеличения времени работы беспроводных устройств от модулей питания.

Конфигурирование беспроводной сети осуществляется с помощью web-страницы шлюза. Технологические параметры, полученные по беспроводной сети, хранятся в шлюзе в ModBus-регистрах, адреса которых установлены при конфигурации беспроводного шлюза, который по локальному интерфейсу Ethernet соединён с контроллером. По этой сети с помощью программного па-

кета PC WORX, используя библиотечные блоки, организуется обмен данными между шлюзом и контроллером.

Весь аппаратно-программный комплекс интегрирован в систему управления SIMATIC PCS7. Операторская станция выполнена на базе персонального промышленного компьютера с соответствующим программным обеспечением (WinCC фирмы Siemens) для обработки, архивации и визуализации полученной информации. В операторной УКПГ (рис. 6) размещается операторская станция (OS), на которую поступает информация от контроллеров через внешний модем (PSI-GPRS/GSM-MODEM), соединённый с OS по интерфейсу Ethernet. Модем по запросу операторской станции принимает информацию от локальных контроллеров скважин по GPRS-каналу (протокол TCP/IP) и выводит эту информацию на экран монитора (рис. 7).

Прикладное ПО операторской станции обеспечивает:

- сбор текущих данных;
- считывание архивных данных;
- долговременную архивацию данных на ПК (свыше 1 года);
- отображение текущих и архивных данных в виде графиков и таблиц на основании свободно формируемых списков;
- формирование отчётов;
- экспорт данных в формате Microsoft Excel;
- генерацию сообщений;
- администрирование уровней доступа;
- связь с другими системами.

Проект визуализации разработан с использованием программы WinCC v.7.0 из пакета SIMATIC PCS7 фирмы Siemens. Этот же пакет используется и для визуализации и управления всей установки УКПГ. На рис. 8 показан пример мнемосхемы УКПГ.

Для связи с аппаратурой фирмы Siemens используется драйвер SIMATIC S7 Protocol Suite\Named Connections\S7 Connection fault-tolerant, а для связи с аппаратурой Phoenix Contact — драйвер Modbus TCP/IP.

В современных SCADA-системах для контроля и управления технологическими параметрами широко применяются методы визуализации. При этом на основной мнемосхеме каждому технологическому параметру и исполнительному механизму соответствует значок (block-icon) с изображением основного параметра. Все остальные параметры, в т.ч. сигналы диагностики, а также ор-

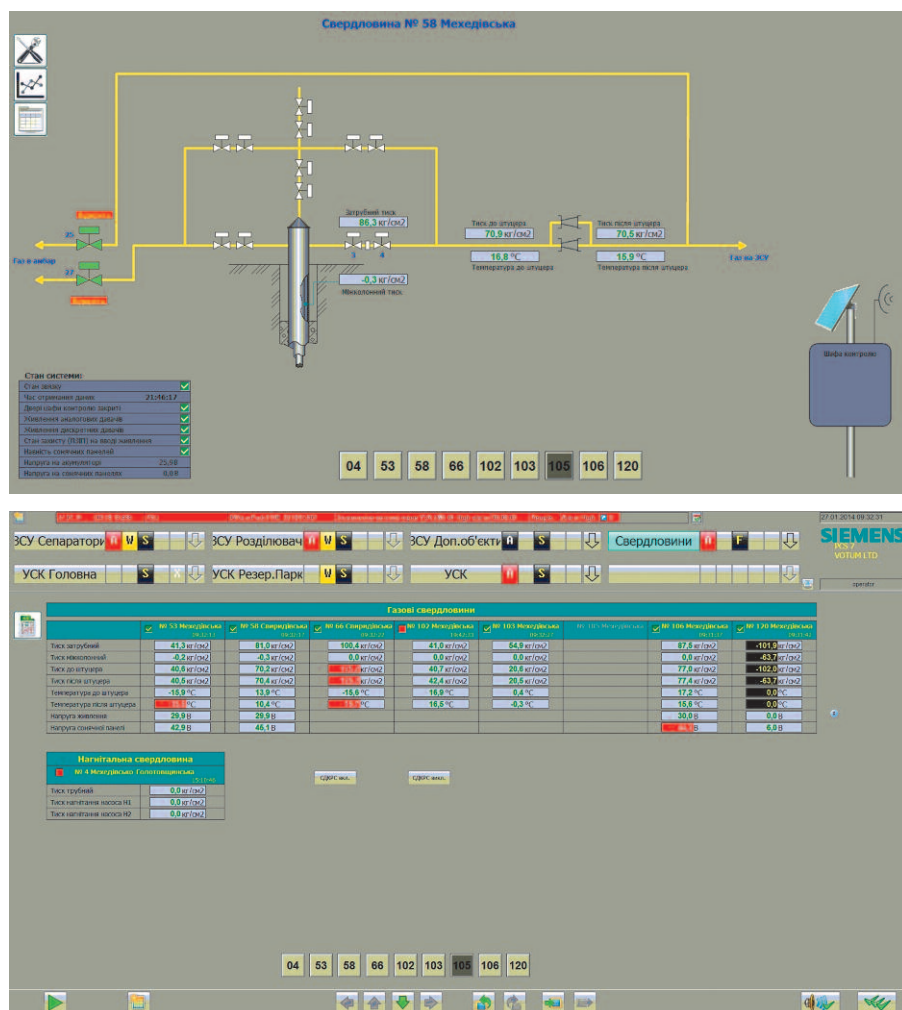


Рис. 7. Мнемосхемы скважин

LDRA поможет российским производителям железнодорожной автоматики подтвердить соответствие стандартам функциональной безопасности ПО

Компания LDRA, мировой лидер в области анализа и автоматизированного тестирования ПО и обеспечения соответствия стандартам, сообщает о заключении дистрибьюторского соглашения с компанией ПРОСОФТ, ведущим российским дистрибьютором аппаратных и программных решений для ответственных применений. Целью партнёрства является продвижение и расширение доступности инструментальных средств анализа и автоматизированного тестирования, а также сертификационных услуг LDRA на территории России и стран СНГ.

Инструментальные средства LDRA упрощают процедуру подтверждения соответствия ПО современным стандартам функциональной безопасности, таким, например, как EN 50128 (до уровня SIL4 включительно), рекомендуемый стандартом качества для поставщиков железнодорожной промышленности IRIS.

Функциональные возможности инструментария LDRA включают в себя статический и динамический анализ кода, автоматизированное тестирование и расчёт метрик,

анализ покрытия, трассировку требований и генерацию отчётов в заданной форме согласно требованиям EN 50128. Это позволяет сократить трудозатраты не только на разработку сертификационной документации, но и на её сопровождение и обеспечение целостности на всём протяжении жизненного цикла проекта. Также автоматическое отслеживание информационных связей между требованиями, кодом и тестовыми сценариями упрощает процесс управления изменениями, в частности, за счёт упрощения оценки стоимости изменений и сокращения необходимого объёма тестирования при внесении изменений в требования или программный код. В результате использование инструментария LDRA позволяет получить выигрыш в трудозатратах на сертификацию ПО в 5–10 раз.

Инструментальные средства LDRA аттестованы на предмет соответствия EN 50128 и позволяют производить анализ ПО, разработанного на языках C, C++, Ada и ассемблерах Intel, Freescale и Texas Instruments, а также интегрированы со средствами разра-

ботки от ведущих производителей безопасных ОС, таких как VxWorks и QNX.

Наряду с EN 50128 в число поддерживаемых LDRA стандартов безопасности ПО входят такие стандарты, как DO-178B/C (KT-178B/C), МЭК 61508-3 (ГОСТ Р МЭК 61508-3), МЭК 60880 (ГОСТ Р МЭК 60880) и EN 50128 (МЭК 62279), а также их производные и аналоги.

— Обеспечивая подтверждение соответствия стандартам на уровне приложений, инструментарий LDRA упростит заказчикам ПРОСОФТ задачу полной сертификации разрабатываемых программных систем, — комментирует Николай Горбунов, менеджер направления встраиваемых программных платформ ПРОСОФТ. — В России международные стандарты функциональной и информационной безопасности тесно соседствуют с локальными нормативными документами, и наличие инструментария, способного свести воедино все нормативные требования и затем отслеживать их соблюдение на протяжении всего жизненного цикла ПО, представляет собой существенный технологический прорыв. В результате наши заказчики смогут значительно сократить затраты времени и средств. ●

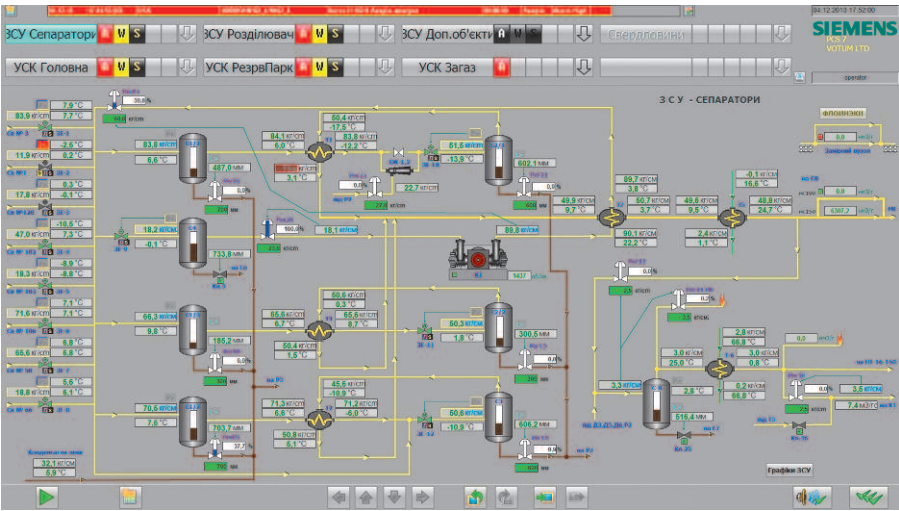


Рис. 8. Пример мнемосхемы УКПГ

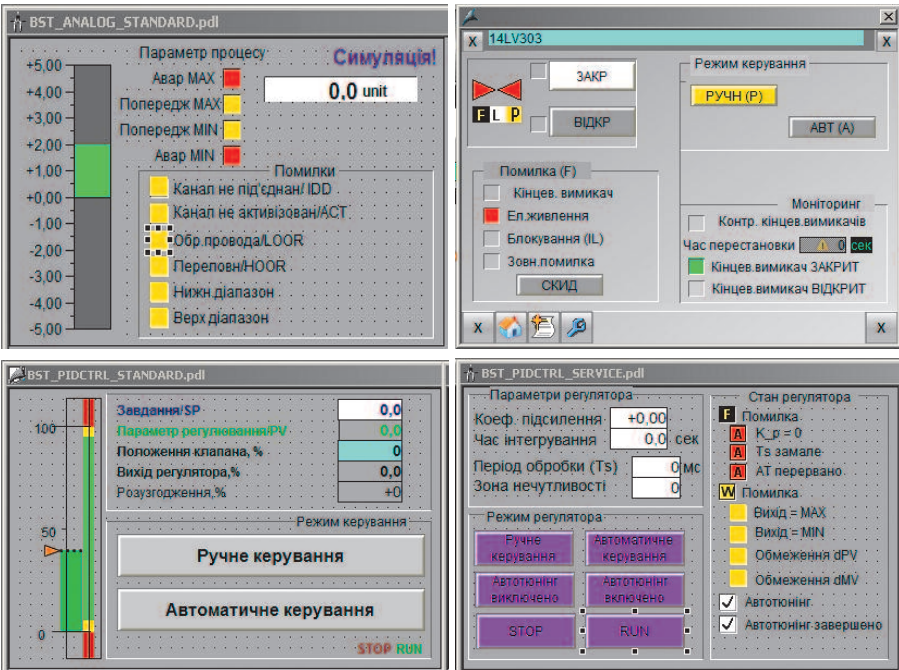


Рис. 9. Примеры различных лицевых панелей

ганы управления, находятся на лицевой панели, которая вызывается в отдельном окне с помощью этого значка.

Лицевая панель содержит графическое представление всех элементов техно-

нологического блока, которые предназначены для управления и наблюдения. Лицевая панель существует для каждого типа технологического блока в библиотеке SIMATIC PCS7.

Для контроллеров других фирм был разработан набор дополнительных функциональных блоков для контроля и управления технологическими функ-

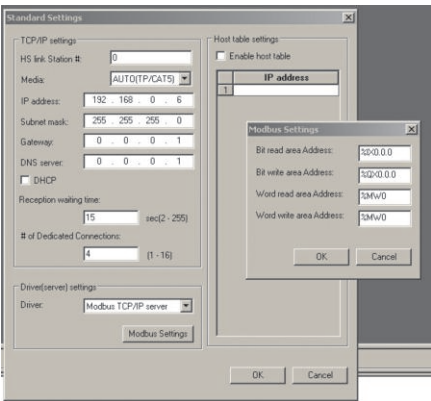


Рис. 10. Конфигурация области памяти и начального смещения адреса Modbus-регистров

циональными объектами, а также соответствующие значки и лицевые панели. Каждый функциональный блок, кроме своей основной функции обработки и управления, имеет в составе статусное слово и командное слово. Статусное слово — это набор битов, которые определяют статус параметра или актуатора: предупреждение, авария, симуляция, а также режим управления: автомат/ручной, местный/дистанционный и т.п. Командное слово — это набор битов, с помощью которых подаются команды управления пуск/стоп, открыть/закрыть, а также режим управления (автомат/ручной, местный/дистанционный и т.п.).

По каждому типу привода, а также дискретному и аналоговому сигналу можно с использованием лицевой панели, на которой указаны органы управления, получить информацию о статусе всех соответствующих параметров и сигналов. Цвета, используемые для анимации функциональных объектов на мониторе операторской станции, соответствуют требованиям IEC 60073. На рис. 9 приведены примеры различных лицевых панелей.

Дополнительное ПО для контроля и управления технологическими параметрами

В ходе выполнения проекта был разработан набор дополнительных функциональных блоков для контроля и управления технологическими параметрами. В табл. 1 приведён список разработанных функциональных блоков, для каждого из которых создан структурный тег WinCC. Все функциональные блоки написаны на языке ST (Structured Text) согласно IEC61131-3, усе́ченный вариант которого поддерживается контроллерами Phoenix Contact (программный пакет PC WORX). WinCC-теги адресуются с помощью Modbus-регистров, которые хранятся в области памяти M. Для контроллеров

Таблица 1

Список функциональных блоков, для которых созданы структурные теги WinCC

Название функционального объекта	Наименование функционального блока	Наименование структурного тега WinCC
Ввод аналогового сигнала	FB Analog	tANALOG
Ввод дискретного сигнала	FB DIG	tDIGITAL
ПИД-регулятор	FB M2K_PID	tPID
2-позиционный клапан/заслонка	FB Valve	tVALVE
Регулирующий клапан	FB Vlv_Reg	tVlvReg
Мотор односторонний	FB Motor	tMOTOR
Выбор объекта	FB Sel	tFF
Блокировка	FB ILOCK	tLOCK

устанавливаются область памяти и начальный адрес Modbus (рис. 10).

Необходимо отметить, что структурные теги WinCC, указанные в табл. 1, созданы как типы. При создании инстанций (с образца делаются копии) этих типов достаточно указать начальный адрес первого параметра типа. Все остальные адреса определяются автоматически по смещению, указанному в типе.

Обмен тегами между драйверами Modbus TCP/IP и SIMATIC S7 Protocol Suite осуществляется с помощью редактора Global Script\C-Editor\Global action (входит в состав SCADA WinCC),

используя встроенные функции GET TAG, SET TAG.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект системы дистанционного контроля работы скважин и его внедрение выполнены согласно «Правилам безопасности в нефтегазовой промышленности Украины», которые требуют минимизировать пребывание обслуживающего персонала возле устья скважины.

Дистанционный мониторинг давлений в трубном, затрубном и межтрубном пространствах и температуры в боковых отводах обеспечивает высокую

оперативность контроля за состоянием этих параметров непосредственно на пункте управления УКПГ. Это позволяет как обеспечить оптимальные режимы работы скважины, так и уменьшить риски возникновения аварийных ситуаций на них.

При использовании системы управления технологическими процессами SIMATIC PCS7 достаточно легко удаётся внедрить в эту систему средства автоматизации других фирм. При этом разработанная система отличается хорошими технико-экономическими показателями. ●

E-mail: bogdankudlak@gmail.com

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

«ДОЛОМАНТ» объявляет набор в высшую лигу ответственной электроники России

Научно-производственная фирма «ДОЛОМАНТ» расширяет бизнес-портфель заказов по опытно-конструкторским разработкам, установочным, средне- и крупносерийным проектам и приглашает к сотрудничеству стратегических партнеров, постоянных заказчиков и новых клиентов.

Высокотехнологичная компания «ДОЛОМАНТ», привычно и уверенно занимающая на рынке позицию лидера контрактного производства, в четвёртый раз за 12-летнюю историю новейшей ответственной электроники ставит рекордную планку стандартов.

В январе 2014 года завершён очередной крупный этап технической и технологической модернизации, в связи с чем многократно увеличена общая производительность и эффективность работы предприятия, пропускная способность его цехов с одновременным ужесточением контроля за качеством и исполнением договорных сроков. Компанией объявлен приём новых проектов: ОКР, установочные, средне- и крупносерийные партии.

Модернизация, продиктованная поиском синтеза проверенных решений отечественной электроники и новых технологий мировых лидеров, проводилась многопланово по следующим направлениям:

— *организационное* (обновлены стандарты предприятия, согласованы положения СМК, отвечающие современному запросу рынка, внедрены методы автоматизированной сквозной прослеживаемости операций с изделием на всех этапах его производственного цикла);

— *технологическое* (освоены технологии работы с отечественными комплектующими

и полуфабрикатами и современной мировой элементной базой, подтверждены соответствия требованиям отечественных ГОСТ и рекомендациям IPC), изменены внутрицеховые связи вплоть до топологической карты процесса производства (выстроены линейные процессы на новых оборудованных площадях финишной сборки, влагозащиты, тестирования готовых изделий);

— *техническое* (предприятие закупило и освоило новейшее оборудование и оснастку, наиболее значимыми из которого являются вторая установка рентген-контроля качества монтажа скрытых контактов, линия автоматизированного нанесения влагозащитного покрытия, оснастка и приборы для тестирования кабельной продукции);

— *кадровое* (принят на работу и обучен дополнительный персонал, обеспечивающий требуемый уровень качества производства и работы предприятия в 2 смены с перспективой непрерывного цикла производства).

— 12 лет развития позади, планы на будущее формируются, предприятие несет ответственность за долгосрочные и постоянные проекты. Заказчик не должен чувствовать ничего, кроме плавного ускорения и комфорта выполнения проектов, — комментирует заместитель генерального директора Вадим Лысов.

В 2014 году компания рассчитывает завершить второй этап модернизации и оснастить предприятие новой, третьей производственной линией автоматизированного монтажа модулей. Также предстоит обвязка всего производственного процесса программным продуктом, используемым лучшими европейскими производителями ответственной электроники.

— Нетривиальная задача для лидера, логично появившаяся в результате качествен-

ного роста предприятия, — отмечает Вадим Лысов, — связана с внедрением и эффективным использованием передовых для европейских конкурентов, но практически неизвестных в России программных продуктов управления производством в целом и самыми ответственными процессами подготовки технологических маршрутов в частности. Допускать разрывов в технологиях и управлении производством недопустимо сегодня.

Особое внимание на предприятии продолжают уделять инспекции качества выпускаемой продукции. Реализуются меры жёсткого контроля качества процессов и прослеживаемости циклов производства изделий, проводятся полномасштабные тестирования, механические и климатические испытания, при необходимости — спецпроверки и специсследования. Кроме того, залогом качественного исполнения изделия служат долгосрочные прямые отношения с проверенными и контролируруемыми поставщиками компонентов, материалов, печатных плат и субподрядных операций.

Общую картину успешного начала 2014 года дополняет подтверждение и расширение разрешительной документальной основы со всеми отраслями электроники общего и специального применения: транспортная, промышленная, медицинская, морская и авиакосмическая электроника, приборостроение в ОПК, атомная энергетика, электроника телекоммуникаций, защиты и обработки информации.

Компания и впредь продолжит активную работу, направленную на решение проектных комплексных задач, на деле расширяя программу взаимодействия со всеми, кто верит в сильную отечественную электронику, и приглашая к сотрудничеству потенциальных клиентов. ●