

# Многофункциональные контроллеры – основа массовой автоматизации типовых объектов нефтедобычи

*Сергей Бальцер, Григорий Бушканец, Александр Деркач, Владимир Красных*

**В статье излагается опыт создания типового многофункционального контроллера и его использования для автоматизации объектов нефтедобычи на примере Ашальчинского нефтяного месторождения (Республика Татарстан).**

## ВВЕДЕНИЕ

До сих пор Татарстан является богатейшим нефтяным районом Волго-Уральского нефтегазоносного региона. Нефтедобыча — одна из основных отраслей промышленности Республики. За год в Татарстане добывается более 20 млн. тонн нефти, что составляет в расчете на душу населения около 7 тонн. Однако времена, когда Республика была основным нефтедобывающим регионом страны и поставляла 100 млн. тонн нефти в год, безвозвратно прошли. Большинство месторождений находятся в последней стадии разработки и характеризуются падением дебитов добывающих скважин и высокой обводненностью продукции. По оценкам специалистов, нефти в недрах Татарстана может хватить нам и нашим потомкам на 20-30 лет, и то лишь при условии совершенствования существующей технологии добычи нефти и активного внедрения новых методов увеличения нефтеотдачи. Реализация технологических схем, позволяющих снизить капиталовложения и эксплуатационные расходы, а также решение традиционных для отрасли задач

снижения энергозатрат, увеличения межремонтного периода работы оборудования, обеспечения безопасности, охраны окружающей среды и улучшения условий работы нефтяников невозможны без внедрения современных систем автоматизации и телемеханизации объектов нефтегазодобычи.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Особенности эксплуатации промышленного оборудования состоят в том, что технологические объекты нефтедобычи, как правило, распределены по большой площади и расположены в труднодоступных местах. Оборудование находится на открытых площадках или в неотапливаемых помещениях, доступных для посторонних лиц; среда, в которой располагается технологическое оборудование, является взрыво-

опасной. Такие условия предъявляют серьезные требования к системам телемеханики и аппаратно-программным средствам.

Для нефтедобывающих технологических комплексов характерно большое количество разнообразных производственных объектов:

- нефтяные скважины, эксплуатируемые механизированным или фонтанным способом;
- кусты скважин (при обустройстве кустовым методом);
- индивидуальные и групповые замерные установки (ГЗУ) для измерения дебита скважин;
- блоки дозирования реагента;
- дожимные насосные станции;
- установки предварительного сброса воды;
- объекты системы поддержания пластового давления (нагнетательные скважины, кустовые насосные станции — КНС и т.д.);
- объекты системы электроснабжения.

Однако с позиции задач автоматизации все перечисленные объекты имеют много общего: количество и состав сигналов, подлежащих контролю и управлению, быстродействие регулируемых процессов, объемы накапливаемой и передаваемой информации, условия эксплуатации и обслуживания и т.д. Это позволяет ставить вопрос о применении для их автоматизации некоего типового, построенного на едином наборе модулей и узлов контроллера.



Куст нефтедобывающих скважин

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТИПОВОМУ КОНТРОЛЛЕРУ

Идея использования типовых решений с применением универсальных программно-аппаратных средств выглядит весьма привлекательно. С нашей точки зрения, типовой контроллер для объектов нефтедобычи должен представлять собой легко конфигурируемый для конкретного объекта, проектно-компонованный набор модулей с типовым программным обеспечением (ПО). Такой контроллер должен быть надежным, недорогим, простым в обслуживании, допускать модернизацию и функциональное наращивание. Таким образом, основная цель, которая ставилась при разработке типового контроллера, — создание универсального инструмента, на основе которого в сжатые сроки и с минимальными затратами можно решать типовые задачи, возникающие при автоматизации объектов нефтедобычи.

В процессе разработки мы опирались в первую очередь на требования, сформулированные в «Концепции развития автоматизированной системы управления ОАО «Татнефть» на 1998-2002 годы», руководящем документе «Основные положения по автоматизации и телемеханизации нефтегазодобывающего производства ОАО «Татнефть», а также на опыт, накопленный фирмой «Шатл» при разработке и внедрении проектов автоматизации объектов нефтедобычи на промыслах ОАО «Татнефть».

Основные функции, выполняемые типовым контроллером:

- контроль состояния технологической установки (скважина, ГЗУ, КНС и т.д.) посредством ввода сигналов от дискретных и аналоговых датчиков;
- управление технологической установкой (скважина, ГЗУ, КНС и т.д.) посредством вывода дискретных сигналов на исполнительные механизмы;
- замер массы жидкости по 14 каналам ГЗУ «Спутник» с использованием в качестве входных сигналов импульсов, поступающих от счетчика количества жидкости (СКЖ);
- замер массы жидкости по 14 каналам ГЗУ «Дельта» с использованием в качестве входных сигналов импульсов, поступающих от СКЖ;
- замер массы жидкости по 14 каналам ГЗУ «Спутник» с использованием в качестве входных сигналов импуль-

сов, поступающих от датчика количества жидкости TOP;

- управление переключателем скважин многоходовым (ПСМ) ГЗУ «Спутник»;
- контроль работы штангового глубинного насоса (ШГН);
- обмен данными через систему телекоммуникаций по последовательно-проводному каналу с аналогичными контроллерами технологических объектов, а также по радиоканалу с центральным диспетчерским пунктом;
- диалог с оператором с использованием встроенного операторского терминала;
- диалог с оператором с использованием в качестве операторского терминала переносного персонального компьютера (ПК);
- ведение архива данных;
- ведение журнала событий.

## КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ТИПОВОГО КОНТРОЛЛЕРА

Изменения, происшедшие в сфере информационных технологий, связанные со стремительным развитием персональных компьютеров, неизбежно затронули и сферу промышленной автоматизации. В настоящее время обычным стало использование ПК не только в системах управления производством (АСУП), но и на верхнем уровне систем управления технологическими процессами. Развиваясь и совершенствуясь, технологии ПК постепенно начинают теснить традиционные программируемые логические контроллеры (ПЛК) в сфере промышленной автоматизации. Это обусловлено рядом причин.

Во-первых, ПК в сочетании с программным обеспечением класса SoftLogic функционально эквивалентны классическим ПЛК. При этом надежность такого контроллера удовлетворяет требованиям многих промышленных применений.

Во-вторых, ПК относятся к категории открытых систем, успешно решая проблемы мобильности и совместности.

В-третьих, благодаря массовости и популярности ПК их архитектура хорошо знакома широкому кругу специалистов и пользователей.

В-четвертых, благодаря огромным тиражам в производстве комплектующих удается существенно снизить сто-

имость систем на базе промышленных ПК.

В-пятых, применение единых технологий ПК на разных уровнях упрощает задачу создания сложных многоуровневых систем комплексной автоматизации производства.

С учетом изложенного в качестве основы комплекса технических средств типового контроллера для автоматизации объектов нефтедобычи было выбрано решение на основе IBM PC совместимых микроконтроллеров и персональных компьютеров в промышленном исполнении. Такое решение опирается на концепцию архитектуры открытых систем и современные достижения в производстве промышленных встраиваемых систем контроля и управления.

Открытые спецификации на интерфейсы, протоколы и форматы данных обеспечивают мобильность предлагаемого решения и его интероперабельность, а также мобильность пользователей. Решение на основе IBM PC совместимых микроконтроллеров обеспечивает не только техническую, но и коммерческую открытость, открывая свободный доступ к изделиям различных производителей, облегчая техническое обслуживание, ремонт, программное сопровождение и дальнейшее развитие системы.

В результате проведенных работ специалистами фирмы «Шатл» разработана концепция и подготовлена документация на типовой контроллер для автоматизации объектов нефтедобычи. Одновременно разработана документация на различные исполнения контроллеров, решающих широкий спектр задач автоматизации промысла (контроллер скважины, контроллер куста скважин, контроллер ГЗУ «Спутник», аппаратный блок ГЗУ «Дельта»).

Контроллеры выполнены в унифицированном конструктиве, объединяющем в единое устройство микроконтроллер сбора, хранения и передачи информации, блок электропитания, систему поддержания температуры, радиомодем и устройства сопряжения с датчиками и исполнительными механизмами. Все комплектующие изделия контроллеров рассчитаны на эксплуатацию в расширенном диапазоне температур от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ , устойчивы к вибрациям, акустическим шумам и электромагнитным помехам.

Основу технического решения составляют IBM PC совместимые микро-

контроллеры серии RTU188 производства фирмы Fastwel. В микроконтроллерах RTU188 объединена хорошо знакомая отечественным специалистам IBM PC совместимая архитектура с эффективными функциями ввода-вывода. Тем самым устранена необходимость приобретения инструментальных и кросс-средств программирования однокристальных микроконтроллеров различных типов, обеспечена коммерческая и техническая открытость изделия. Микроконтроллеры данной серии поставляются с полным комплектом базового ПО, необходимым для разработки встраиваемых приложений.

### RTU188: ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВОЗМОЖНОСТИ, ОСОБЕННОСТИ

Платы серии RTU188 были предложены фирмой Fastwel в 2000 г. Изделия представлены линейкой специализированных IBM PC совместимых микроконтроллеров с расширенными функциями ввода-вывода. Все платы этой серии содержат процессор AMD188/40 МГц, статическое ОЗУ объемом 512 кбайт и флэш-память объемом 512 кбайт, из которых 256 кбайт доступны для данных и программ пользователя. Распределение пространства адресов памяти и адресов пространства ввода-вывода, система аппаратных прерываний и прямого доступа к памяти платы RTU188 в значительной мере соответствуют стандартной архитектуре PC. Платы совместимы с IBM PC на уровне ROM BIOS и работают под управлением операционной системы, совместимой с MS-DOS 6.22.

Кроме стандартных возможностей, платы серии RTU188 поддерживают целый ряд востребованных в промышленных применениях расширений:

- наличие энергонезависимой флэш-памяти с поддержкой файловой системы DOS и возможностями размещения данных, загрузки операционной системы и пользовательских программ;
- наличие гальванически изолированного порта RS-485 и порта, содержащего полный набор сигналов интерфейса RS-232;
- наличие сторожевого таймера и часов реального времени;

- возможность использования COM-порта в качестве устройства связи с операторским терминалом или устройства загрузки;

- платы содержат 16-канальный порт оптоизолированного дискретного ввода и 16-канальный универсальный порт ввода-вывода.

В зависимости от исполнения плата контроллера может содержать изолированный порт аналогового ввода, а также порт расширения ввода-вывода UNIO48, который совместим по выходным контактам и управлению с модулем UNIO48-5. В этом модуле используются программируемые логические микросхемы FPGA и технология In System Programmable (ISP), что позволяет изменять алгоритм работы модуля непосредственно в системе без выключения питания; существует возможность использовать большой набор базовых «прошивок» или заказать разработку «прошивок», оптимизированных для конкретных применений.

Ориентация на промышленные и встраиваемые приложения определила особенности конструкции микроконтроллеров серии RTU188. Все платы серии компактны и имеют одинаковые габаритные размеры 213×96 мм. Монтируются модули RTU188 на DIN-рейль или на панель.

В стандартном исполнении микроконтроллер имеет встроенную операционную систему DOS 6.22. Прикладное ПО для микроконтроллера может быть разработано и отлажено с помощью традиционных языков программирования: Ассемблер, С, С++, Паскаль, QBasic. Для повышения эффективности труда программистов и ускорения процессов разработки, документирования, тестирования и отладки возможно применение системы визуального программирования контроллеров UltraLogik, которая



Микроконтроллер RTU188

использует в качестве основного языка программирования язык функциональных блок-диаграмм (FBD), полностью соответствующий стандарту МЭК 61131.

### ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ АСУ ТП НЕФТЕДОБЫЧИ НА БАЗЕ RTU188

#### Устройство и конструкция

Типовой контроллер размещается в пылевлагозащищенном шкафу серии CONCEPTLINE фирмы Schroff и состоит из следующих функциональных узлов (рис. 1):

- микроконтроллер сбора, предварительной обработки, хранения и передачи информации (МК);
- радиомодем с антенно-фидерным трактом (РМ);
- источники вторичного электропитания (ИВЭП);
- корпус с системой термостатирования (корпус);
- панель лицевая с пультом оператора;
- панель монтажная;
- панель для кабельных вводов.

Монтажная панель крепится на задней стенке корпуса.

На монтажной панели размещаются микроконтроллер RTU188, радиомодем, блоки питания, термостат с нагревательным элементом, платы гальванической изоляции входов и модули защиты линий RS-485.

Лицевая панель (на рисунке не показана) крепится к корпусу с помощью опорных кронштейнов для внутреннего монтажа, которые обеспечивают возможность регулировки глубины установки лицевой панели и при необходимости — доступ к монтажной панели комплекса. На лицевой панели установлен пульт оператора, включающий жидкокристаллический дисплей и клавиатуру.

Панель для кабельных вводов находится в нижней части корпуса. На панели расположены разъемы для коммутации каналов последовательной передачи данных, а также герметичные кабельные вводы фирмы RST для подключения контроллера к промышленной сети электропитания, сигналов от датчиков, сети RS-485 и антенно-фидерного тракта.

В зависимости от варианта использования контроллер работает в одном из 3 режимов: автономный режим, ре-

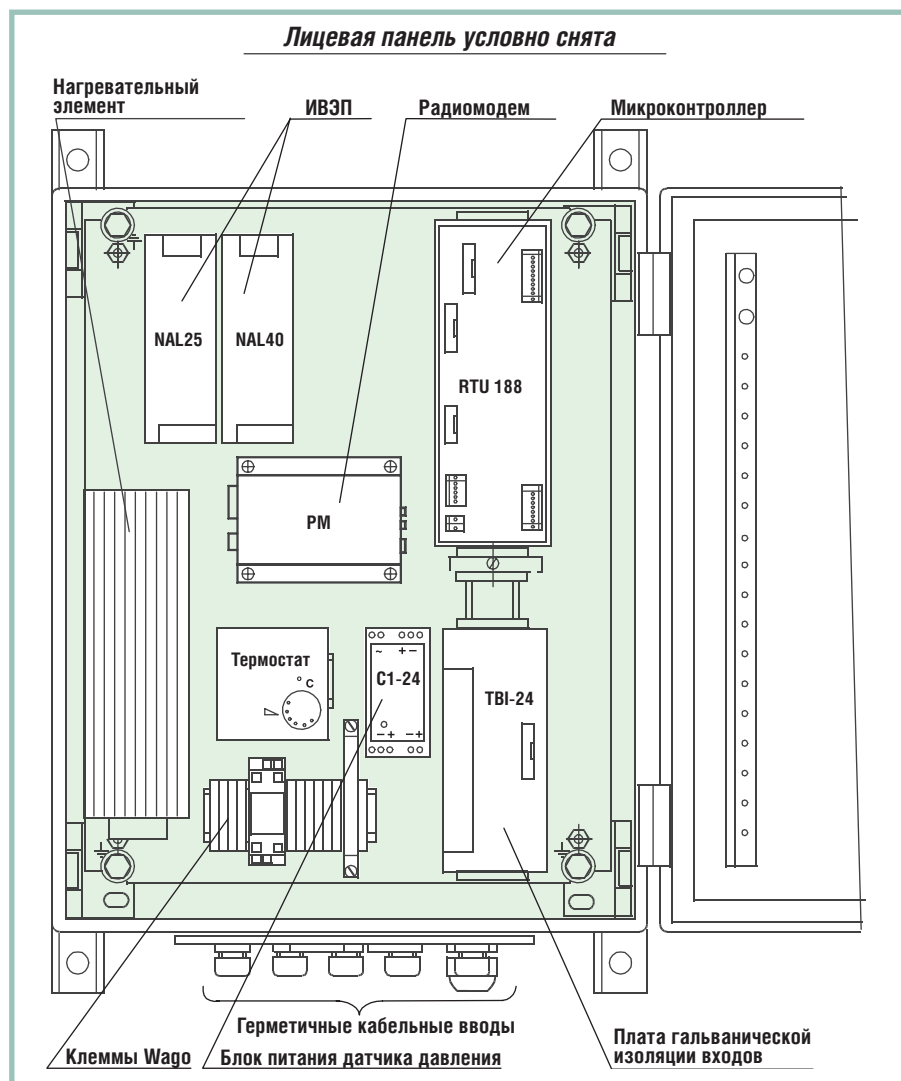


Рис. 1. Сборочный чертёж контроллера

жим телеметрии (RS-485 или радиомодем), режим связи с оператором с использованием переносного ПК.

В автономном режиме контроллер производит первичную обработку сигналов, поступающих от датчиков, выработывает сигналы управления исполнительными механизмами и накапливает полученные данные в часовом и суточном архивах. Архивы организованы по кольцевому принципу и полностью обновляются: суточный архив — каждые 4 месяца, часовой архив — каждые 10 суток.

В режиме телеметрии контроллер в дополнение к функциям режима автономной работы отвечает на запросы АРМ диспетчера цеха добычи нефти и газа (ЦДНГ) и передает в его адрес оперативные данные в режиме реального времени. Программное обеспечение АРМ диспетчера позволяет визуализировать оперативные данные и сохранять их в архиве.

В режиме связи с оператором с использованием переносного ПК кон-

троллер в дополнение к функциям режима автономной работы отвечает на запросы АРМ оператора, установленного на переносном ПК, и передает ему оперативные данные через интерфейс RS-232 в режиме реального времени. Программное обеспечение АРМ оператора, размещенного на переносном ПК, реализует перенос файла архива из энергонезависимой памяти контроллера в память переносного ПК.

### Описание составных частей контроллера

Микроконтроллер RTU188 предназначен для обработки дискретных и аналоговых сигналов, поступающих от размещенных на технологических объектах датчиков, формирования сигналов управления, отображения показаний на цифровом индикаторе встроенного пульта оператора, а также для хранения и передачи информации в последовательном коде по запросу системы телемеханики.

Радиомодем, входящий в состав контроллера, предназначен для осуществления двунаправленного обмена дан-

ными и управляющей информацией с подсистемой верхнего уровня (диспетчерская ЦДНГ) по радиоканалу. При подключении гарнитуры радиомодем может обеспечивать голосовую связь с аналогичным модемом или практически с любой радиостанцией наиболее распространенных типов. Установка рабочих частот приема и передачи данных производится путем программирования частотного синтезатора в диапазоне 136-174 МГц. Подключение радиомодема к контроллеру осуществляется через интерфейс RS-232. Режим обмена радиомодема с контроллером асинхронный, скорость обмена 4800 бит/с. Электропитание радиомодема осуществляется источником +12 В постоянного тока, размещенным на монтажной панели контроллера.

Источники вторичного электропитания производства фирмы Artesyn работают от сети переменного тока с напряжением 90-264 В и частотой 47-440 Гц и осуществляют электропитание контроллера и радиомодема. Источники обеспечивают выходные напряжения +5 В ±3% при токе нагрузки 3 А и +12 В ±5% при токе нагрузки 2 А. Каждый источник питания имеет цепи защиты выходов от перегрузки. Источники питания соответствуют требованиям безопасности, заключены в прочный стальной корпус и размещены на монтажной панели.

Система термостатирования контроллера состоит из термостата, нагревательного элемента производства фирмы Schroff и реле блокировки электропитания и предназначена для поддержания в корпусе необходимой температуры эксплуатации. При включении контроллера электропитание первоначально подается на систему термостатирования, и только после создания необходимого теплового режима происходит подключение электронных модулей. Корректировка теплового режима при необходимости производится регулировкой термостата.

### Прикладное программное обеспечение

Прикладное программное обеспечение типового контроллера спроектировано с применением объектно-ориентированного подхода. Разработка основных программных модулей осуществлялась с использованием популярного инструментального средства Borland C++ v. 3.1. Использование объектно-ориентированного подхода

позволило сократить сроки этапов анализа предметной области и проектирования прикладного ПО, улучшить качество документирования программ. Прикладное ПО ориентировано на типовые аппаратно-программные решения, при его проектировании большое значение уделялось возможности повторного использования разработанного кода для различных исполнений контроллеров. В настоящий момент разработано прикладное ПО ряда контроллеров: контроллер скважины, контроллер ГЗУ «Спутник», контроллер ГЗУ «Дельта» и т.д. Кроме того, разработан набор утилит, предназначенных для тестирования, администрирования и оперативного контроля работоспособности контроллеров.

### Примеры реализации контроллеров основных технологических объектов

Контроллер скважины (КС) обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль состояния технологической установки посредством ввода сигналов от дискретных датчиков (скважина включена/отключена,

скважина отключена по электрической защите, скважина остановлена в ручном/аварийном режимах, давление на устье ниже минимального, давление на устье выше максимального, положение штока насоса, сигнал несанкционированного доступа);

- управление технологической установкой посредством вывода дискретных сигналов исполнительным механизмам (останов насоса);
- замер параметров для построения динамограммы штангового глубинного насоса скважины;
- передача данных о состоянии технологической установки, сигналов управления и установочных параметров через систему телекоммуникаций по последовательному каналу (радиоканал);
- обмен данными через систему телекоммуникаций по последовательно-



Рис. 2. Внешний вид конструкции контроллера скважины

му проводному каналу с аналогичными контроллерами технологических объектов.

Внешний вид конструкции КС показан на рис. 2, а основные технические характеристики приведены в табл. 1.

Контроллер ГЗУ «Спутник» обеспечивает выполнение следующих функций:

- замер массы жидкости по 14 входам ГЗУ «Спутник» на основе импульсов, поступающих от счётчика количества жидкости;
- замер объёма жидкости по 14 входам ГЗУ «Спутник» на основе импульсов, поступающих от датчика количества жидкости TOP;
- управление ПСМ посредством вывода дискретных сигналов;
- контроль состояния технологической установки посредством ввода сигналов от дискретных и аналоговых датчиков (положение ПСМ, режим замера ручной/телемеханический, давление в выкидном коллекторе ниже min, давление в выкидном коллекторе выше max, несанкционированный доступ в контейнер контроллера, несанкционированный доступ в технологическую ГЗУ, несанкционированный доступ в щитовую ГЗУ, загазованность в технологическом блоке);

**Таблица 1. Основные технические характеристики контроллера скважины**

Потребляемая мощность без поддержания микроклимата	Не более 65 Вт
Потребляемая мощность в режиме поддержания микроклимата	Не более 215 Вт
Число гальванически изолированных каналов дискретного ввода типа «сухой» контакт	16
Число гальванически изолированных каналов аналогового ввода 0...20 мА (чувствительность по входу – не хуже 5 мкА)	8
Число гальванически изолированных каналов дискретного вывода — релейный выход 240 В@10 А	1

● передача данных о состоянии технологической установки, сигналов управления и установочных параметров через систему телекоммуникаций по последовательному каналу.

Основные технические характеристики контроллера ГЗУ «Спутник» представлены в табл. 2.

*Аппаратурный блок ГЗУ «Дельта»* обеспечивает выполнение следующих функций:

- принимает в форме импульсной последовательности сигналы от первичных камерных преобразователей СКЖ по 14 измерительным каналам;
- принимает в форме унифицированного токового сигнала сигнал от датчика давления по одному измерительному каналу;
- вычисляет массу продукции по каждому измерительному каналу СКЖ или суммарную массу по группе из двух каналов и отображает вычисленные значения на индикаторе;
- поддерживает диалог вычислителя с оператором при вводе коэффициентов регрессии и отображении значений накопленной массы продукции по каждому измерительному каналу СКЖ или суммарной массы по группе из двух каналов;
- реализует диалог контроллера с оператором, используя в качестве операторского терминала переносной ПК;
- по последовательному каналу осуществляет двунаправленный обмен данными и управляющей информацией с подсистемой верхнего уровня (диспетчерская ЦДНГ), используя радиоканал или выделенную физическую линию связи.

Основные технические характеристики аппаратурного блока ГЗУ «Дельта» приведены в табл. 3.

*Контроллер блочной кустовой насосной станции (БКНС) и водораспределительного блока автоматического (ВРБА)* обеспечивает выполнение следующих функций:

**Таблица 2. Основные технические характеристики контроллера групповой замерной установки «Спутник»**

Потребляемая мощность без поддержания микроклимата	Не более 40 Вт
Потребляемая мощность в режиме поддержания микроклимата	Не более 190 Вт
Число гальванически изолированных каналов дискретного ввода типа «сухой» контакт	20
Число гальванически изолированных каналов аналогового ввода 4...20 мА	8
Число гальванически изолированных каналов измерения интервалов между импульсами (минимальный интервал между импульсами — 1 мс, минимальная длительность импульса — 100 нс)	1
Число гальванически изолированных каналов счёта импульсов (частота следования импульсов не более 1000 Гц, минимальная длительность импульсов — 1 мс)	1
Число гальванически изолированных каналов дискретного вывода — релейный выход 240 В@10 А	2

*тельного блока автоматического (ВРБА)* обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль состояния технологической установки посредством ввода сигналов от дискретных и аналоговых дат-

**Таблица 3. Основные технические характеристики аппаратурного блока ГЗУ «Дельта»**

Число измерительных каналов	14
Диапазон измерения расхода по двум измерительным каналам, т/сутки	От 0,001 до 120
Диапазон измерения расхода по каждому измерительному каналу, т/сутки	От 0,001 до 60
Тип входного сигнала СКЖ	«Сухой» контакт
Частота входной последовательности сигнала СКЖ	Не более 1 Гц
Длительность импульса входной последовательности	Не менее 10 мс
Основная относительная погрешность преобразования выходного сигнала первичного камерного преобразователя СКЖ в единицу массы, %	Не более 0,1
Число каналов измерения давления	1
Основная относительная погрешность преобразования выходного сигнала датчика давления в единицу давления, %	Не более 0,5
Диапазон измерения давления, МПа	От 0 до 4,0

чиков (насос 1 вкл./откл., насос 1 откл. по давлению min на выходе, насос 1 откл. по давлению max на выходе, насос 1 откл. по давлению min в системе смазки, насос 1 откл. по эле-

ктрической защите, насос 1 откл. по температуре масла двигателя, насос 2 вкл./откл., насос 2 откл. по давлению min на выходе, насос 2 откл. по давлению max на выходе, насос 2 откл. по давлению min в системе смазки, насос 2 откл. по электрической защите, насос 2 откл. по температуре масла двигателя, насос 1 останов ручной/аварийный, насос 2 останов ручной/аварийный, несанкционированный доступ в БКНС, несанкционированный доступ в технологическую ВРБА, несанкционированный доступ в аппаратную ВРБА, ток фаз А, В, С, напряжение фаз, давление на выходе, давление на входе, насос 1 температура масла двигателя, насос 2 температура масла двигателя, счетчик воды ультразвуковой 1, 2, 3, 4);

- управление технологической установкой посредством вывода дискретных сигналов для исполнительных механизмов (насос 1 останов, насос 2 останов);
- просмотр через встроенную панель индикации/управления содержимого журнала событий, задание параметров ввода-вывода, просмотр или коррекция параметров предустановок, управление насосами КНС;

- передача данных о состоянии технологической установки, сигналов управления и параметров предустановок через систему телекоммуникаций по последовательному каналу.

Основные технические характеристики контроллера БКНС и ВРБА представлены в табл. 4.

Все типы контроллеров питаются от сети переменного тока 220 В  $^{-50\%}$ / $^{+40\%}$ . Диапазон температур эксплуатации:  $-40...+70^{\circ}\text{C}$ . Допустимая влажность окружающего воздуха: 5...95% (без конденсации влаги). Скорость обмена по каналу последовательной передачи данных стандарта RS-485: 1200, 2400, 9600, 19200 бит/с (устанавливается программно). Скорость обмена по радиоканалу передачи данных — 2400 бит/с.

### Опыт применения типовых контроллеров

При создании системы автоматизации Ашальчинского нефтяного месторождения (Республика Татарстан) были использованы собранные на базе типового контроллера конфигурации для конкретных технологических объектов.

Таблица 4. Основные технические характеристики контроллера БКНС и ВРБА

Потребляемая мощность без режима поддержания микроклимата	Не более 40 Вт
Потребляемая мощность в режиме поддержания микроклимата	Не более 190 Вт
Число гальванически изолированных каналов счёта импульсов (частота следования импульсов не более 1000 Гц, минимальная длительность импульсов — 1 мс)	1
Число гальванически изолированных каналов дискретного ввода типа «сухой» контакт	20
Число гальванически изолированных каналов аналогового ввода 4...20 мА	8
Число гальванически изолированных каналов аналогового ввода от термометра сопротивления ТСП-100	2
Число гальванически изолированных каналов дискретного вывода — релейный выход 240 В@10 А	2

Это месторождение разрабатывается кустовым методом, при котором на одной площадке размером примерно 150×50 метров расположены от 5 до 12 добывающих скважин. Кроме того, здесь имеется групповая замерная установка, кустовая трансформаторная подстанция (КТП), а на некоторых кустах также блочная кустовая насосная станция системы поддержания пластового давления (ППД) и от 1 до 4 нагнетательных скважин. Всего месторождение охватывает 23 куста с общим фондом более 200 скважин.

Система автоматизации Ашальчинского месторождения имеет в целом трехуровневую структуру (рис. 3). На нижнем уровне — контроллеры технологических объектов, объединенные в рамках куста скважин в сеть с интерфейсом RS-485. На среднем — контроллеры-концентраторы данных, входящие также в сеть куста скважин. Через них информация со всех технологических объектов куста передается по радиоканалу в диспетчерскую промысла. Наконец, на верхнем уровне — объединенные в сеть Ethernet сервер телекоммуникаций (радиообмена), обеспечивающий связь с кустами скважин, АРМ диспетчера промысла, на котором визуализируется вся оперативная информация, и АРМ специалиста для формирования и выдачи аналитических отчетов и сводок.

Для создания данной системы было использовано 8 различных конфигураций типового контроллера:

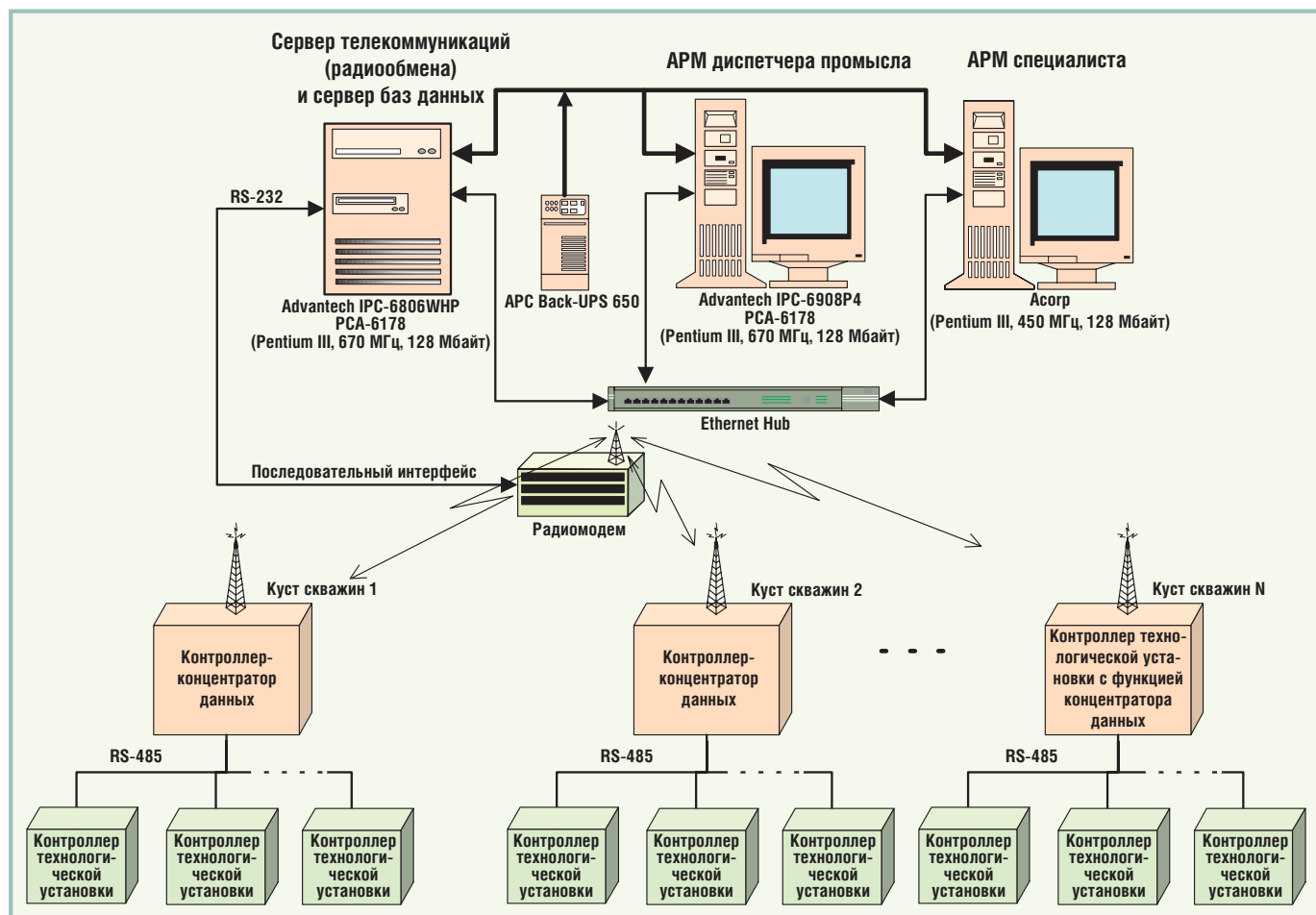


Рис. 3. Структура комплекса технических средств системы автоматизации Ашалчинского месторождения

- 1) контроллер добывающей скважины (универсальный для скважин с ШГН и винтовым насосом),
- 2) контроллер добывающей скважины с регулируемым электроприводом,
- 3) контроллер ГЗУ «Спутник»,
- 4) контроллер многоканальной ГЗУ «Дельта»,
- 5) контроллер БКНС,

- 6) контроллер КТП,
- 7) контроллер-концентратор данных,
- 8) контроллер «центральной» скважины в кусте.

Контроллер «центральной» скважины использовался на кустах с минимальным количеством скважин (до трех), где установка контроллера-концентратора, так же как и ГЗУ и БКНС,

просто нецелесообразна. В этих случаях в типовой контроллер добывающей скважины дополнительно устанавливался радиомодем, что позволяло ему выполнять для данного куста еще и функции контроллера-концентратора.

С целью защиты от несанкционированного доступа все контроллеры устанавливались в специальный металли-



ческий контейнер с соответствующим датчиком (рис. 4). В контейнере также размещались автоматы электрозащиты и клеммные колодки для подключения сигнальных кабелей от объектов автоматизации.

На сервер радиобмена, кроме функции циклического опроса кустов скважин по радиоканалу, были возложены также функции OPC-сервера в рамках верхнего уровня системы автоматизации. АРМ диспетчера промысла было организовано по принципу «один куст скважин — один видеокادر». При этом независимо от выведенного на экран кадра сохранялась возможность контроля за появлением аварийных сообщений с любого куста. Пример видеокadra для одного из кустов скважин приведен на рис. 5.

АРМ специалиста промысла создавалось как рабочее место для главного геолога, главного технолога, главного энергетика и т.д. и поэтому позволяет получать отчеты и сводки за заданный интервал времени (от суток до года) как по месторождению в целом, так и по его технологическим подсистемам (объектам добычи, объектам ППД, объектам энергетики или всем объектам отдельного куста).



Рис. 4. Металлический контейнер с типовым контроллером, установленный на станке-качалке

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт разработки, изготовления и ввода в эксплуатацию системы автоматизации Ашальчинского месторождения подтвердил правильность избранного подхода, основанного на создании типового контроллера абстрактного технологического объекта, легко адаптируемого для конкретных объектов нефтедобычи. Функциональные возможности разработанного фирмой Fastwel универсального мик-

роконтроллера RTU188 в полной мере удовлетворяют насущным потребностям систем автоматизации подавляющего большинства объектов нефтедобычи. Интеграция расширенных функций ввода-вывода и значительной вычислительной мощности в рамках единого изделия RTU188 позволила существенно снизить затраты на используемое оборудование, а также уменьшить расходы на сборку, монтаж и пусконаладку контроллеров. совме-

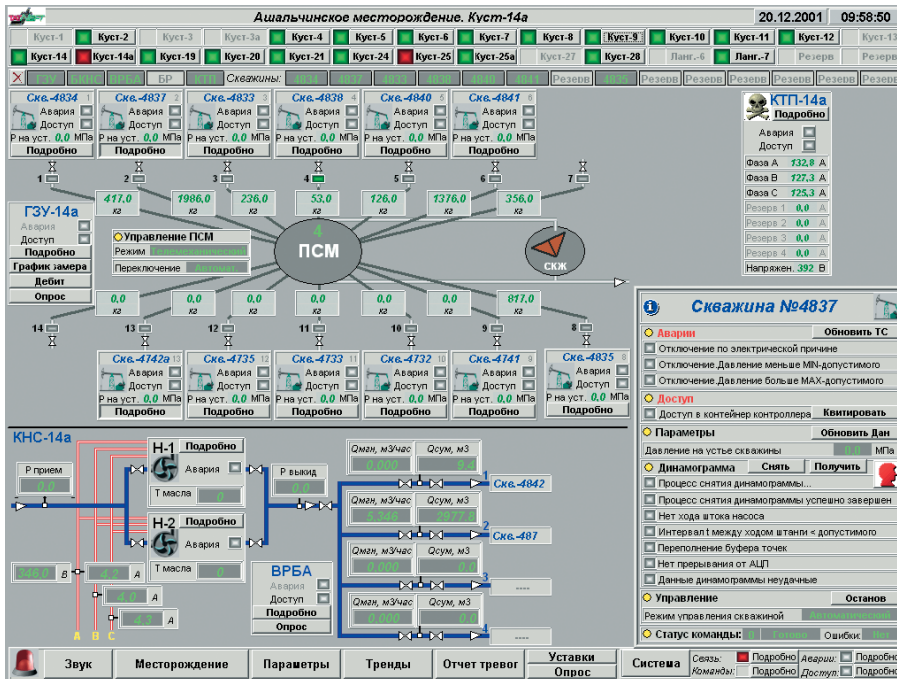


Рис. 5. Пример видеокadra с панелью АРМ диспетчера промысла в режиме контроля и управления кустом скважин

стимость программной архитектуры контроллера с IBM PC позволяет быстро и эффективно разрабатывать качественное прикладное программное обеспечение без дополнительных затрат на приобретение инструментальных средств и подготовку специали-

тов. Простота сборки контроллеров по единой конструкторской документации, простота обслуживания технических средств, построенных из единых компонентов, минимизация необходимого объема ЗИП, возможность для заказчика самостоятельно расширять

функциональные возможности контроллеров — вот далеко не полный перечень плюсов типового контроллера как для его изготовителя, так и для покупателя.

Дальнейшие работы ООО «Шатл» только расширяют этот список. Так, сегодня в стадии завершения находится разработка системы автоматического конфигурирования типового контроллера для заданного набора параметров контроля и управления, а список реализованных конфигураций уже пополнился контроллером для управления скважиной с регулируемым электроприводом.

*В заключение необходимо с благодарностью отметить работу специалистов нашего заказчика — Опытно-экспериментального НГДУ «Татнефтебитум» ОАО «Татнефть» — во главе с А.У. Фатхуллиным, начальником отдела АСУ, без кропотливого и целеустремленного труда которых описанная в статье система так и могла бы остаться лишь красивой идеей. ●*

**Авторы — сотрудники  
ООО «Шатл», г. Казань  
Телефон/факс: (8432) 38-1600  
E-mail: shuttle@kai.ru**