



# Автоматизация подготовки нефти: «Таможня дает добро!»

*Сергей Бальцер, Григорий Бушканец, Владимир Красных, Артём Фролов*

В статье описываются особенности построения системы автоматизации для установки комплексной подготовки нефти месторождения, расположенного на территории ближнего зарубежья.

## ВВЕДЕНИЕ

В 1230 км к юго-востоку от офиса фирмы «Шатл» (г. Казань), на бескрайних просторах казахстанских степей, где мирно пасутся стада диких сайгаков, расположено нефтяное месторождение и, соответственно, установка комплексной подготовки нефти (УКПН). Общий вид установки показан на рис. 1. С технологической точки зрения, данная установка является достаточно типовой и не имеет каких-то принципиальных отличий от других УКПН, автоматизацией которых ранее занималась фирма «Шатл» [1]. Поэтому были использованы унифицированные структурные технические решения, проверенное и освоенное ранее оборудование и программное обеспечение. Особенности данного проекта лежали, прежде всего, в области организационно-финансовой, лингвистической и географической.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Заказчиком проекта выступала некая скандинавская компания в лице своего казахстанского подразделения, которая и поручила (или доверила) нам весь комплекс работ по системе автоматизации. Календарный план к контракту выбрал в себя 15 пунктов.

1. Разработка и утверждение технического задания.
2. Разработка рабочей документации АСУ ТП.
3. Поставка оборудования КИП и А.
4. Изготовление щитов КИП.
5. Поставка оборудования верхнего уровня АСУ ТП (контроллеры, АРМ оператора).



Рис. 1. Общий вид установки комплексной подготовки нефти

6. Поставка общесистемного и прикладного программного обеспечения.
7. Монтаж КИП и А.
8. Монтаж щитов КИП.
9. Монтаж контроллеров и АРМ оператора.
10. Пусконаладка КИП и А.
11. Пусконаладка системы в информационном режиме.
12. Пусконаладка АСУ ТП в целом.
13. Разработка эксплуатационной документации.
14. Обучение персонала УКПН.
15. Сопровождение системы на этапе опытной эксплуатации.

Этап «Разработка эксплуатационной документации» был вынесен из проектных работ на систему в целом, так как опыт внедрения предыдущих сис-

тем показал, что на этапе пусконаладки АСУ ТП у заказчика возникает такое количество дополнений и изменений, что заранее разработанную эксплуатационную документацию все равно приходится кардинальным образом корректировать. С этим же связано и появление в календарном плане пункта «Сопровождение системы на этапе опытной эксплуатации». Заранее заложенное финансирование позволило избежать бесконечных торгов с заказчиком на предмет того, сколько будет стоить внесение тех или иных изменений в систему.

Комплексный характер работы определил и ещё одну особенность — необходимость организации взаимодействия с целой группой субподрядных организаций. И если ГПИ «Нефтехим-

проект», г. Казань (разработка проекта АСУ ТП в части КИП и А), ООО «Роснефтекомплект», г. Лениногорск, Республика Татарстан (поставка КИП и А), и ООО «ПУ Казаньэлектрошит» (изготовление щитов КИП) на момент начала работ были нам достаточно хорошо известны и сомнений в их компетентности и добропорядочности не было, то выбор Джамбульского монтажного управления (филиал АО «ЭЛМО»), г. Тараз, Республика Казахстан, для выполнения работ по монтажу и наладке КИП и А первоначально представлялся довольно рискованным. В пользу такого выбора было лишь то, что бригада этого Управления уже работала на данном объекте по монтажу силовых линий. Кроме того, наши попытки привлечь для выполнения работ какую-либо организацию из родного Татарстана либо сразу наткнулись на категорический отказ («зачем ехать за 1000 км, нам и здесь работы хватает»), либо запрашиваемая за работу плата тоже выглядела как форма отказа. В результате же почти вынужденное решение оказалось практически идеальным: и работа специалистами Джамбульского монтажного управления была выполнена качественно и в срок, и отношения между нашими сотрудниками были практически безоблачными (что немаловажно), да и организационно-финансовые вопросы с руководством решались легко, быстро, на доверительной основе и, как нам показалось, ко взаимному удовлетворению. В итоге в Республике Казахстан у нас появился новый проверенный в деле партнер.

Что же касается заказчика, то заказчик из дальнего зарубежья — это все-таки скорее плюс, чем минус. Сложности в виде языкового барьера, разного менталитета, незнания наших (порой ещё оставшихся с советских времён) реалий и традиций преодолевались, в общем-то, довольно легко. Но зато за все время реализации проекта мы ни разу не столкнулись с

- немотивированной задержкой оплаты наших счетов,
- требованием сокращения расходов в ущерб принимаемым техническим решениям,
- затягиванием сроков решения вопросов из-за боязни взять на себя ответственность за принятие этих решений,

- отказом в ответ на обоснованное требование оплатить дополнительные работы или оборудование,
- отказом от выполнения каких-либо договоренностей, закрепленных в письме, протоколе технического совещания или даже просто в телефонном разговоре.

Нельзя не отметить и те бытовые условия, которые были созданы посреди казахстанской степи, в 15 километрах от ближайшего населенного пункта: горячее питание, теплое жилье, постоянно присутствующий врач, централизованная прачечная — правда, при 12-часовом рабочем дне на объекте без выходных и праздников.

### «Крупницы ценного опыта»

Каждый новый объект для любой фирмы — это всегда новый опыт, проверка правильности ранее наработанных и воплощение новых управленческих и технических решений. Так и в данном случае мы смогли пополнить или уточнить некий свод правил для дальнейшей работы. Не приводя его целиком, укажем лишь те, правильность которых наиболее ярко подтвердила именно эта работа.

*Правило 1.* Стремитесь взять на себя весь комплекс работ по автоматизации, пусть даже он включает те виды работ, которые Вы не сможете выполнить са-

ми. Да, это дополнительная ответственность, но это и

- дополнительные деньги;
- возможность финансового маневра и маневра по срокам, когда ряд работ может выполняться параллельно;
- возможность управления разработкой системы на всех этапах и во всех ее частях во имя достижения конечной цели (вы не становитесь заложниками принятых кем-то решений в смежных вопросах).

Ну а квалифицированных субподрядчиков для выполнения конкретных работ всегда можно найти: сегодня в дефиците обеспеченная финансами работа, а не исполнители.

*Правило 2.* Работающая система никогда не будет такой, какой она представлялась на этапе проектирования. У заказчика всегда найдутся причины, по которым в нее необходимо будет внести те или иные изменения и дополнения. Поэтому аппаратный резерв в размере 12-15% по количеству входных сигналов и каналов управления — залог спокойной работы на этапе пусконаладки.

*Правило 3.* При поставке оборудования предусматривайте ЗИП не только на компьютерное оборудование, но и на КИП, особенно если это КИП отечественного производства. Да простят нас приборостроители, но некоторые из поставленных приборов не работали сразу, другие выходили из строя при первом же включении. А учитывая, что поставка шла через таможню, замена приборов становилась очень долгой и непростой процедурой. А объект надо пускать, и, соответственно, все приборы должны быть на месте!

*Правило 4.* Как бы Вас ни торопил заказчик, не стремитесь увеличивать количественный состав пусконаладочной бригады. Все равно больше двух человек к стойке не подойдет, а настройкой системы сможет грамотно заниматься только ее разработчик.

Наконец, *правило 5* (не для заказчика). Чтобы ни говорил заказчик, степень готовности объекта автоматизации к вводу системы в эксплуатацию при первом приезде на монтаж и пусконаладку не превысит 50-70%. Поэтому у Вас всегда будет дополнительно от двух недель до нескольких месяцев на выполнение своей работы.

Как известно, Казахстан — это зарубежье, хоть и ближнее. Ну, а где граница — там и таможня. Опыта работы с таможней у фирмы до этого не было. Впрочем, все когда-то бывает в пер-



Иметь полезно ЗИП для КИП

вый раз. Чеканные фразы «таможня дает добро!», «Аристарх, разберись с таможней!», «мне за державу обидно!» — у всех на слуху. Вот этими фразами из великого фильма и ограничивались наши познания в таможенных делах. Наивные, мы со сдержанной горделивостью полагали, что, поскольку а) осуществляем экспорт высоких тех-

нологий и б) обеспечиваем поступление валюты в закрома Родины, то на таможне нас встретят с цветами и музыкой. Ну ладно, без цветов и музыки, но, может быть, с лояльным и разумным таможенным законодательством, призванным поощрить выполнение перечисленных пунктов а) и б). Щас!...

К счастью, все проходит, фирма приобрела-таки бесценный опыт. Таможня дала добро. За державу обидно.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

Исходя из принятых в фирме «Шатл» типовых технических решений, уровень контроллеров и АРМ оператора базируется на известной технике фирм

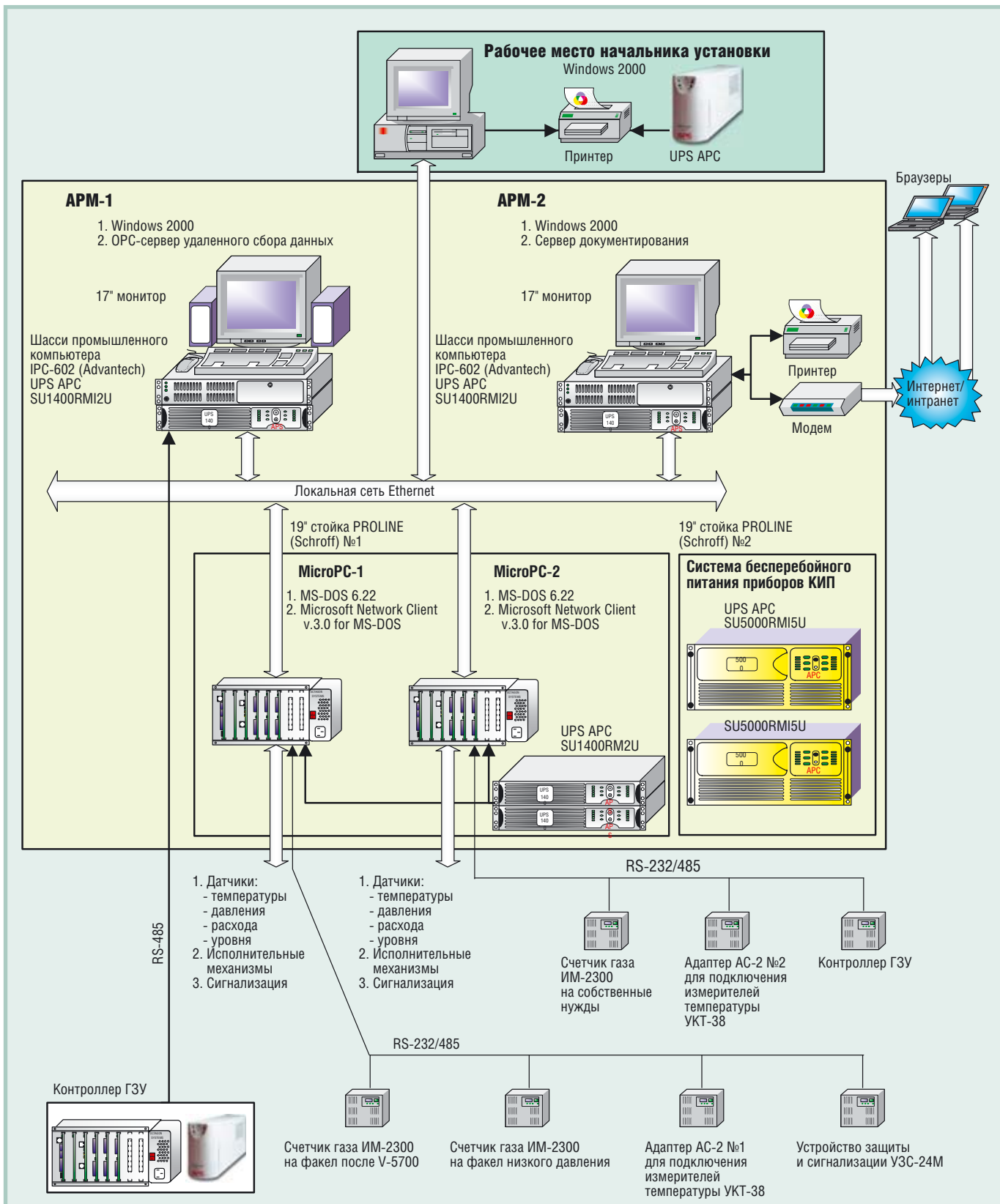


Рис. 2. Структура комплекса технических средств АСУ ТП УКПН



Octagon Systems и Advantech. Структура комплекса технических средств АСУ ТП УКПН представлена на рис. 2.

### Структура и функциональные возможности АСУ ТП УКПН

Структурно АСУ ТП УКПН, как и большинство систем управления, состоит из трёх уровней:

- нижний уровень — это датчики и исполнительные механизмы;
- средний уровень — контроллеры, принимающие и обрабатывающие информацию с датчиков и выдающие управляющие сигналы исполнительным механизмам для регулирования параметров технологического процесса, а также вторичные приборы датчиков для индикации необходимых параметров;
- верхний уровень — автоматизированные рабочие места (АРМ) оператора, обеспечивающие сбор и хранение информации о технологическом процессе, выдачу команд дистанционного управления и настройку параметров работы системы.

АРМ сформированы на базе IBM PC совместимых компьютеров и позволяют оператору на графических мнемосхемах и табличных панелях отображения контролировать текущее состояние технологического процесса и оборудования на всех объектах автоматизации.

Система обеспечивает дублированный (на вторичных щитовых приборах и на АРМ) контроль следующих аналоговых и дискретных параметров технологического процесса:

- уровней жидкости (общих и межфазных) в аппаратах и емкостях;
- уровней загазованности на площадках;
- расходов нефти и пластовой воды;
- температуры подшипников и сальников всех насосов.

Управление насосами и электроздвижками производится в двух режимах — дистанционном и ручном — с возможностью их переключения как с АРМ оператора, так и с местного пульта.

С целью обеспечения безопасности в системе предусмотрена возможность блокировки сигналов управления для всех объектов автоматизации.

Количество контроллеров — 2, число АРМ — 2 плюс одно рабочее место начальника УКПН. Контроллеры и компьютеры АРМ имеют следующие показатели надежности:

- среднее время наработки на отказ 70000 ч;
- среднее время наработки на сбой 20000 ч;
- средний срок службы не менее десяти лет.

Режим функционирования АСУ ТП УКПН — непрерывный, круглосуточный.

Оборудование нижнего уровня и уровня контроллеров обеспечивает автоматическое восстановление работоспособности без вмешательства оператора в случае отключения электропитания с последующим его включением. Отключение или перезагрузка АРМ оператора не нарушает работу контроллеров по регулированию, сбору и обработке технологических параметров.

Система открыта для наращивания информационной и функциональной мощности (аппаратная часть контроллеров содержит не менее 15% резервных входов и выходов).

Физический уровень локальной сети Ethernet, объединяющей контроллеры MicroPC и АРМ операторов внутри помещения операторной, выполнен кабелем с экранированной витой парой категории 5. Связь с удаленными контроллерами, расположенными на технологических площадках, осуществляется экранированным кабелем с витой парой, предназначенным для промышленных сетей.

Прикладное программное обеспечение для верхних уровней АСУ ТП УКПН создано с помощью SCADA-си-

стемы Trace Mode. Пример мнемосхемы АРМ оператора УКПН приведен на рис. 3.

### Контроллер MicroPC

Типовая структурная схема контроллера MicroPC была представлена и подробно описана в [1]. Контроллер построен на базе процессорной платы Octagon Systems 5066, которая зарекомендовала себя надежной и неприхотливой в эксплуатации. Для приема сигналов с датчиков и вывода сигналов управления были использованы платы Fastwel UNIO96-5.

Сигналы управления технологическим процессом поступают от платы UNIO96-5 через плату гальванической развязки каналов дискретного вывода ТВИ-0/24 на реле Wago. Реле Wago имеют 2 пары контактов: одна пара нормально замкнута, другая — нормально разомкнута; это позволяет быстро настроить систему для управления различными устройствами.

С помощью модулей гальванической развязки фирмы Grayhill (73L-II420 для аналоговых сигналов и 70G-IDC5S, 70G-IDC5, 70G-IAC5A для дискретных сигналов) контроллер изолирован от внешних цепей, что повышает ремонтпригодность и универсальность его и всей системы в целом.

Для подключения внешних устройств, имеющих интерфейс RS-232/RS-485, применена 4-канальная плата последовательной связи Octagon Systems 5554.

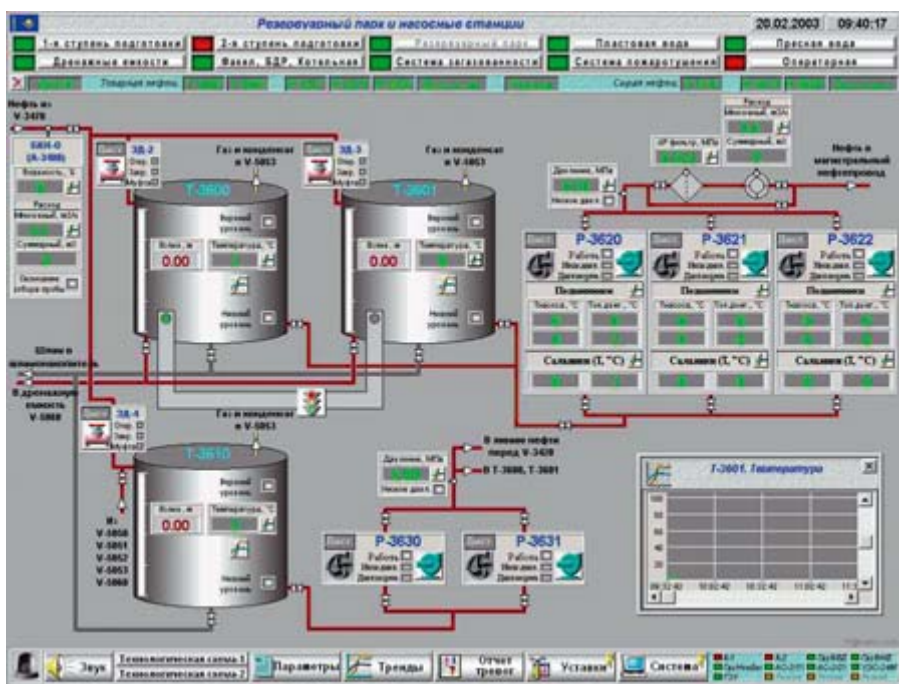


Рис. 3. Пример мнемосхемы АРМ оператора УКПН

Объем памяти для хранения данных расширен за счёт платы флэш-диска ёмкостью 8 Мбайт фирмы Fastwel.

Контроллер имеет IBM PC совместимую архитектуру с конструктивным исполнением для встраиваемых приложений.

Функции контроллера:

- ввод унифицированных аналоговых сигналов от датчиков и первичное преобразование полученных значений (до 72 сигналов);
- ввод счетных импульсов от датчиков расхода (до 48 сигналов);
- ввод дискретных сигналов от датчиков (до 144 сигналов);
- формирование дискретных сигналов управления по команде с АРМ оператора (до 48 сигналов);
- опрос внешних интеллектуальных устройств;
- автоматическое формирование сигналов управления в зависимости от изменения значений отдельных параметров состояния технологического объекта (аварийная защита);
- автоматическое регулирование параметров технологического процесса по заданным значениям уставок;
- обмен информацией с компьютерами АРМ-1 и АРМ-2 по локальной сети Ethernet;
- автоматическое восстановление работоспособности контроллера при включении электропитания после его пропадания.

К контроллерам MicroPC-1 и MicroPC-2 по интерфейсу RS-232/



Рис. 4. Стойки контроллеров MicroPC и щитов КИП и А

RS-485 подключены следующие внешние устройства:

- контроллер ГЗУ (групповая замерная установка), который выполняет задачи учета нефти, поступающей со скважин на вход установки подготовки нефти;
- УКТ-38 (по 5 штук на каждый контроллер) — восьмиканальный измеритель температуры, который предназначен для приема и преобразования сигналов, поступающих от работающих с ним датчиков, в значения контролируемых ими физических величин и отображения одного из этих значений (выбранного пользователем) на встроенном цифровом индикаторе;

- УЗС-24М — устройство защиты и сигнализации, которое используется для преобразования сигналов, поступивших от электроконтактных датчиков, в сигналы световой и звуковой индикации и сигналы, необходимые для управления исполнительными механизмами;
- теплоэнергоконтроллер ИМ-2300 (3 штуки), который предназначен для вычисления теплоэнергетических параметров (температура, давление, расход воды и др.), имеющих сложную зависимость от показаний первичных преобразователей, а также для регистрации этих параметров и передачи в автоматизированную систему сбора данных.

### Система бесперебойного питания

Напряжение на установке полностью автономное и вырабатывается с помощью четырёх мощных дизельных генераторов. Нередки случаи рассинхронизации генераторов, что сопровождается кратковременными всплесками напряжения до 400 В. Поэтому наличие системы бесперебойного питания для компенсации таких всплесков жизненно необходимо. Каждый из двух контроллеров MicroPC запитан от отдельного источника бесперебойного питания (ИБП) SU1400RMI2U. Все оборудование в щитах КИП и А подключено через два ИБП SU5000RMI5U. Такое решение на базе ИБП фирмы APC обеспечивает не только защиту от всплесков напряжения, но и возможность работы системы в течение

30 минут после отключения питания.

### **Конструктивные особенности аппаратуры**

Контроллеры MicroPC размещены в корпусах Octagon Systems 5208 со встроенным блоком питания 5101 и установлены в 19-дюймовой приборной стойке PROLINE фирмы Schroff (2200×600×800 мм). В аналогичной второй стойке установлены источники бесперебойного питания и реализована подводка кабелей от датчиков, исполнительных механизмов и вторичных приборов. Обе стойки находятся в помещении операторной рядом с щитами КИП и А (рис. 4).

Оба АРМ оператора используют промышленные компьютеры, построенные на базе шасси IPC-602 фирмы Advantech и конструктивно предназначенные для встраивания в 19-дюймовую стойку. Тумба рабочего стола оператора имеет размеры 19-дюймовой стойки и соответствующий конструктив для крепления системного блока компьютера и источника бесперебойного питания.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Как видно из описания технических решений, для построения АСУ ТП установки комплексной подготовки нефти были предложены современные аппаратные средства, характеризующиеся высокой надёжностью и хорошо известные исполнителю по ряду успешно выполненных типовых проектов. Сочетание мирового уровня качества изделий фирм Octagon Systems, Advantech, Fastwel с конкурентноспособными ценами на эту технику произвело должное впечатление на заказчика и в немалой степени способствовало успешному выполнению контракта.

*Фирма «Шатл» как генеральный подрядчик всей системы автоматизации УКПН благодарит за творческое сотрудничество специалистов заказчика, а также сотрудников всех фирм-соисполнителей. ●*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бальцер С., Красных В., Наумов А., Фролов А. Опыт разработки и внедрения АСУ ТП подготовки нефти// Современные технологии автоматизации. — 2001. — № 2.

**Авторы — сотрудники**

**ООО «Шатл», г. Казань**

**Телефон/факс: (8432) 38-1600**

**E-mail: shuttle@kai.ru**