

# Опыт разработки и внедрения АСУ ТП подготовки нефти

Сергей Бальцер, Владимир Красных, Андрей Наумов, Артем Фролов

В данной статье изложен подход к решению задач разработки и внедрения АСУ ТП, сформировавшийся в результате реализации целого ряда проектов автоматизации систем подготовки нефти. В основе подхода — типизация аппаратно-программных решений и унификация отдельных этапов создания АСУ ТП на различных объектах.

## Задачи и подходы к решению

Как известно, добываемая нефть из скважин на промысле содержит большое количество воды, солей, газа и других примесей. Доведение нефти до требуемого качества по процентному содержанию солей и воды, а именно ее обессоливание и обезвоживание, называется промысловой подготовкой нефти. Различие качественных характеристик добываемой нефти и ряд других условий породили многообразие применяемого технологического оборудования и широкий спектр технологических схем промысловой подготовки нефти. Известны термохимические установки подготовки нефти (ТХУ), установки по электрическому обессоливанию нефти (ЭЛОУ), установки ком-

плексной подготовки нефти (УКПН). В УКПН, помимо обезвоживания и обессоливания, осуществляется и стабилизация нефти, то есть отделение от неё легких, пропан-бутановых и частично бензиновых, фракций в специальных стабилизационных колоннах. С УКПН стабилизированная нефть требуемого качества подаётся через коммерческие узлы учёта нефти в магистральные нефтепроводы.

Задача автоматизации УКПН заключается в обеспечении оперативного автоматизированного контроля качества получаемой нефти, компьютерного контроля всех этапов подготовки нефти, контроля и управления технологическим оборудованием.

Фирма «Шатл» (г. Казань) занимается автоматизацией подготовки нефти в нефтегазодобывающих управлениях (НГДУ) Республики Татарстан с 1996 года (НГДУ «Заинскнефть», «Елховнефть», «Бавлынефть», «ТатРИТЭКнефть», «Нурлатнефть», «Иркеннефть»). Накопленный опыт позволяет представить свой подход к разработке и внедрению АСУ ТП. Далее детально изложены некоторые аспекты такого подхода:

- аппаратно-программные решения автоматизации для типовых технологических блоков подготовки нефти;
- технология выполнения традиционных этапов создания АСУ ТП подготовки нефти.

## Автоматизация подготовки нефти

### Технологическое оборудование УКПН как объект автоматизации

Анализ широкого спектра технологического оборудования, применяемого при подготовке нефти на ТХУ, ЭЛОУ и УКПН в Татарстане, выявил наиболее часто применяемые технологические блоки: резервуары (рис. 1), насосы, теплообменники, отстойники (рис. 2), нефтегазосепараторы, подо-



Рис. 1. Резервуар



Рис. 2. Отстойники



Рис. 3. Печь



Рис. 4. Исполнительный механизм — электрифицированная задвижка

греватели, печи (рис. 3), электродегидраторы, конденсаторы-холодильники, ректификационные колонны.

Каждый из названных технологических блоков имеет различные модификации: по размерам, по исполнению (горизонтальное, вертикальное), по типу подогрева (огневой или паровой), по режимным показателям (температура, давление) и т. д.

Как объект автоматизации каждый технологический блок имеет свою типовую группу параметров контроля и управления и, соответственно, свой типовой набор датчиков, исполнительных механизмов, преобразователей, блоков питания и т. д. (рис. 4).

В зависимости от технологических схем подготовки нефти в разных НГДУ используется разное количество технологических блоков в разной последовательности. Сигналы с датчиков каждого технологического блока группиру-

ются и распределяются на уровне контроллеров по разным принципам: по типу, назначению, по связи с определёнными событиями, оборудованием или этапами технологического процесса и т. д.

### АСУ ТП подготовки нефти как сложная система

Установка комплексной подготовки нефти производительностью 2-4 млн. тонн нефти в год, кроме перечисленных основных типовых техно-

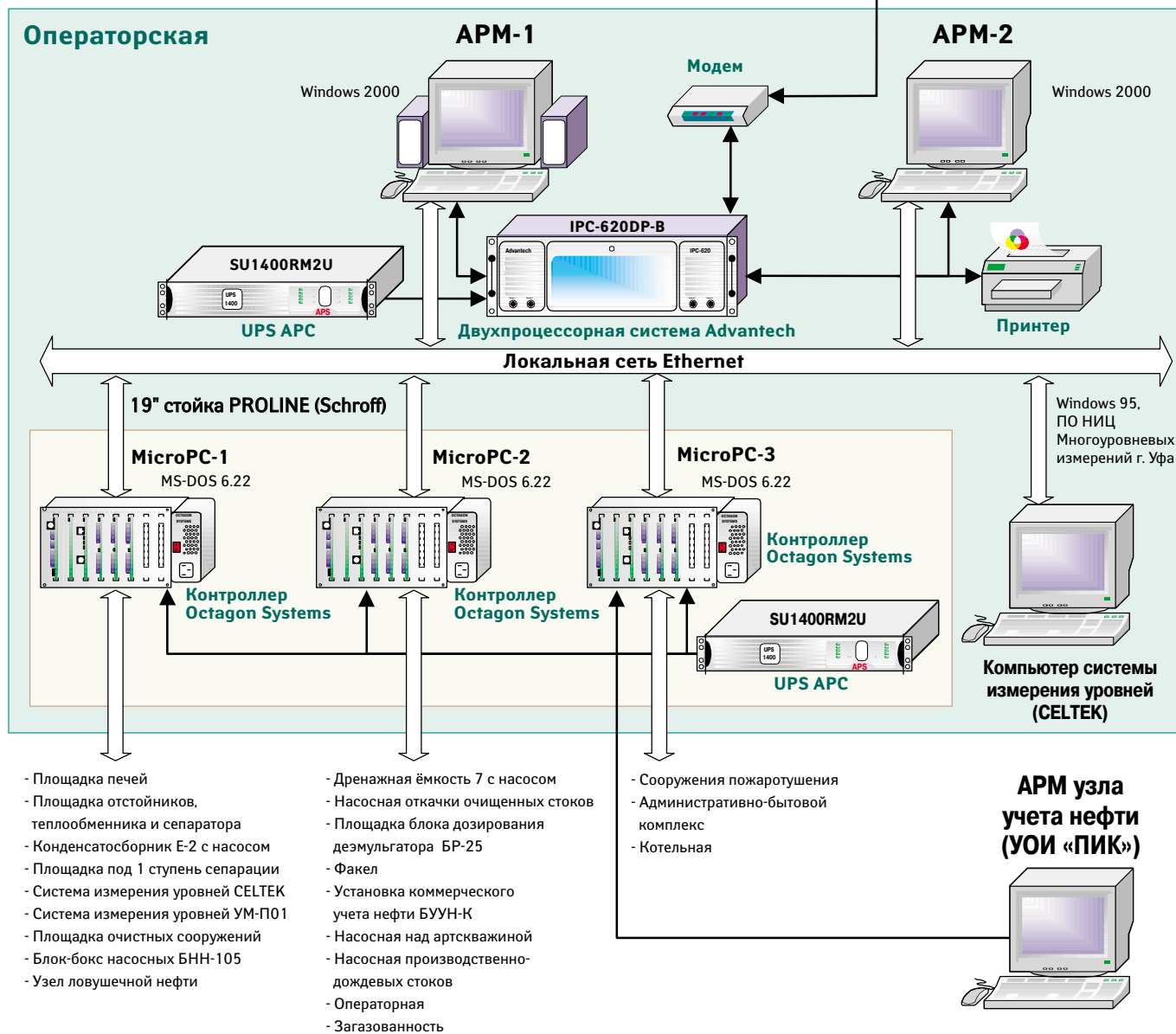


Рис. 5. Типовая структура АСУ ТП подготовки нефти

логических блоков, имеет в своём составе очистные сооружения, факельное хозяйство, узел пресной воды, насосную производственно-дождевых стоков, блочную котельную и т. д. С каждого такого объекта сигналы поступают или на отдельно стоящий контроллер, или на контроллер в операторной.

Кроме режима сбора и контроля параметров по уставкам, в современных АСУ ТП подготовки нефти важную роль играют режимы дистанционного и автоматического управления и регулирования. Дистанционное управление исполнителем устройством осуществляется по команде оператора с компьютера. Автоматический режим управления технологическим процессом реализуется двумя группами функций: логического или импульсного управления и автоматического регулирования.

Первая группа функций осуществляет автоматический пуск/останов насосов, вытяжных вентиляторов, открытие/закрытие шаровых кранов.

Вторая группа функций осуществляет автоматическое регулирование таких параметров, как уровни, межфазные уровни, давление и расход нефти, путем управляющих воздействий на электроклапаны (например, УЭРВ-1М, КТ1-Ех).

При разработке алгоритмов автоматического регулирования необходимо решать следующие вопросы:

- взаимосвязь контуров регулирования для ситуаций, когда изменение одного технологического параметра влечет изменение другого;
- учёт нелинейного характера объектов управления;
- выбор шага дискретизации.

Для решения этих вопросов применимы методы математического и полунатурного моделирования.

Требования к повышению качества получаемой нефти и к организации экологического мониторинга приводят к увеличению количества технологических блоков в современных установках комплексной подготовки нефти и, как следствие, к увеличению количества параметров контроля и управления, что ведет к повышению сложности АСУ ТП УКПН в целом. Так, общее количество сигналов ввода-вывода средней АСУ ТП УКПН сейчас достигает 400-700, включая 30-50 контуров регулирования и дистанционного управления.

## Этапы создания сложных АСУ ТП подготовки нефти

Как известно, создание сложных систем автоматизации проходит ряд основных этапов:

- проектирование и разработка АСУ ТП;
- сборка и монтаж комплекса технических средств (КТС);
- пусконаладка системы автоматизации на объекте у заказчика;
- разработка эксплуатационной и технической документации, обучение специалистов заказчика.

Накопленный богатый опыт по выполнению каждого из перечисленных этапов позволяет существенно сократить сроки и стоимость их выполнения.

## Проектирование и разработка АСУ ТП подготовки нефти

Создание современных АСУ ТП комплексной подготовки нефти базируется на разработке проекта. Ввиду сложности и взрывоопасности УКПН выполнение подобного проекта разрешается только организациям, которые имеют соответствующие лицензии Госгортехнадзора РФ. Фирма «Шатл» имеет три лицензии Госгортехнадзора РФ: на проектирование, монтаж и пусконаладку, изготовление оборудования и АСУ ТП нефтегазодобывающих и нефтеперерабатывающих производств и объектов, а также лицензию Генерального подрядчика.

В структуре любой АСУ ТП можно условно выделить следующие уровни:

- нижний (оборудование КИП);
- контроллерного оборудования;

- комплекса технических средств АРМ оператора.

Разработка сложного проекта АСУ ТП требует много времени, если отсутствуют готовые и проверенные типовые структурные и аппаратно-программные проектные решения для каждого уровня.

Пример типового структурного решения для АСУ ТП установки подготовки высокосернистой нефти для НГДУ «Бавлынефть», НГДУ «ТатРИТЭКнефть», НГДУ «Нурлатнефть» приведен на рис. 5. Проработаны аппаратные проектные решения для основных технологических блоков УКПН в виде схем автоматизации:

- нижнего уровня, например, отстойника (рис. 6);
- уровня контроллеров на базе высоконадежных компьютеров MicroPC и плат ввода-вывода фирм Octagon Systems и Fastwel (рис. 7);
- уровня АРМ оператора на базе двухпроцессорных комплексов IPC-620 фирмы Advantech (рис. 8), использующих одноплатные промышленные компьютеры PCA-6179 с процессором Pentium III/700 МГц.

Апробированы и надежно зарекомендовали себя программные решения для каждого уровня. Прикладное программное обеспечение обоих верхних уровней создается с помощью единой SCADA-системы (в описываемых примерах использовалась Trace Mode). Для контроллерного уровня разработаны типовые прикладные программные решения в виде алгоритмов автоматического регулирования для отдельных технологических блоков УКПН. Для АРМ

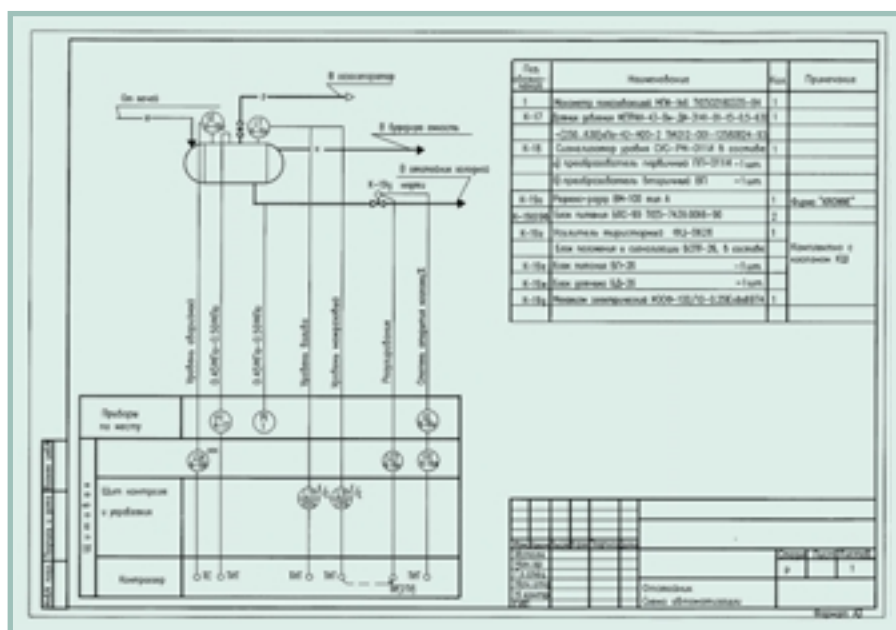


Рис. 6. Типовая схема автоматизации отстойника



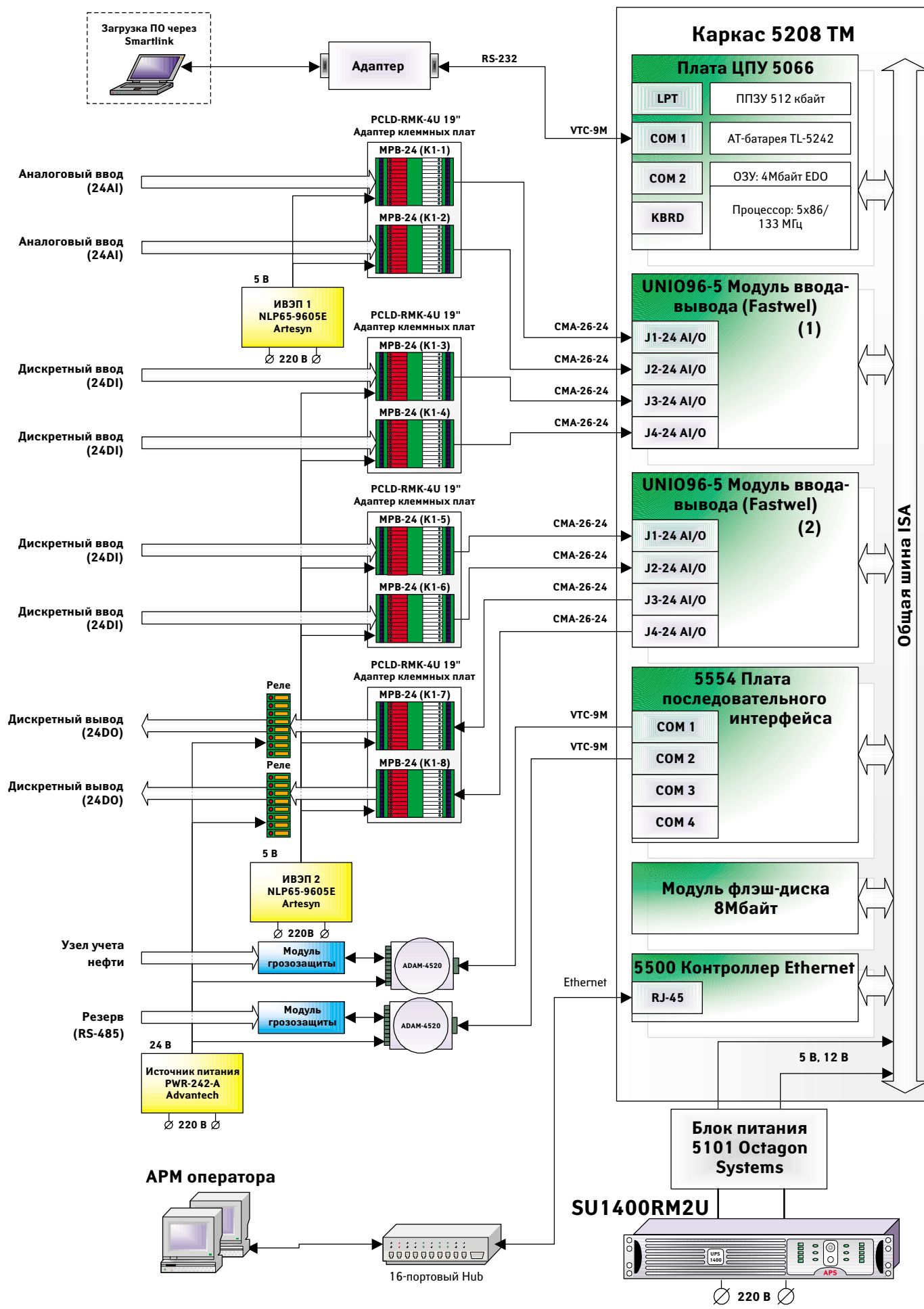


Рис. 7. Контроллер на базе MicroPC

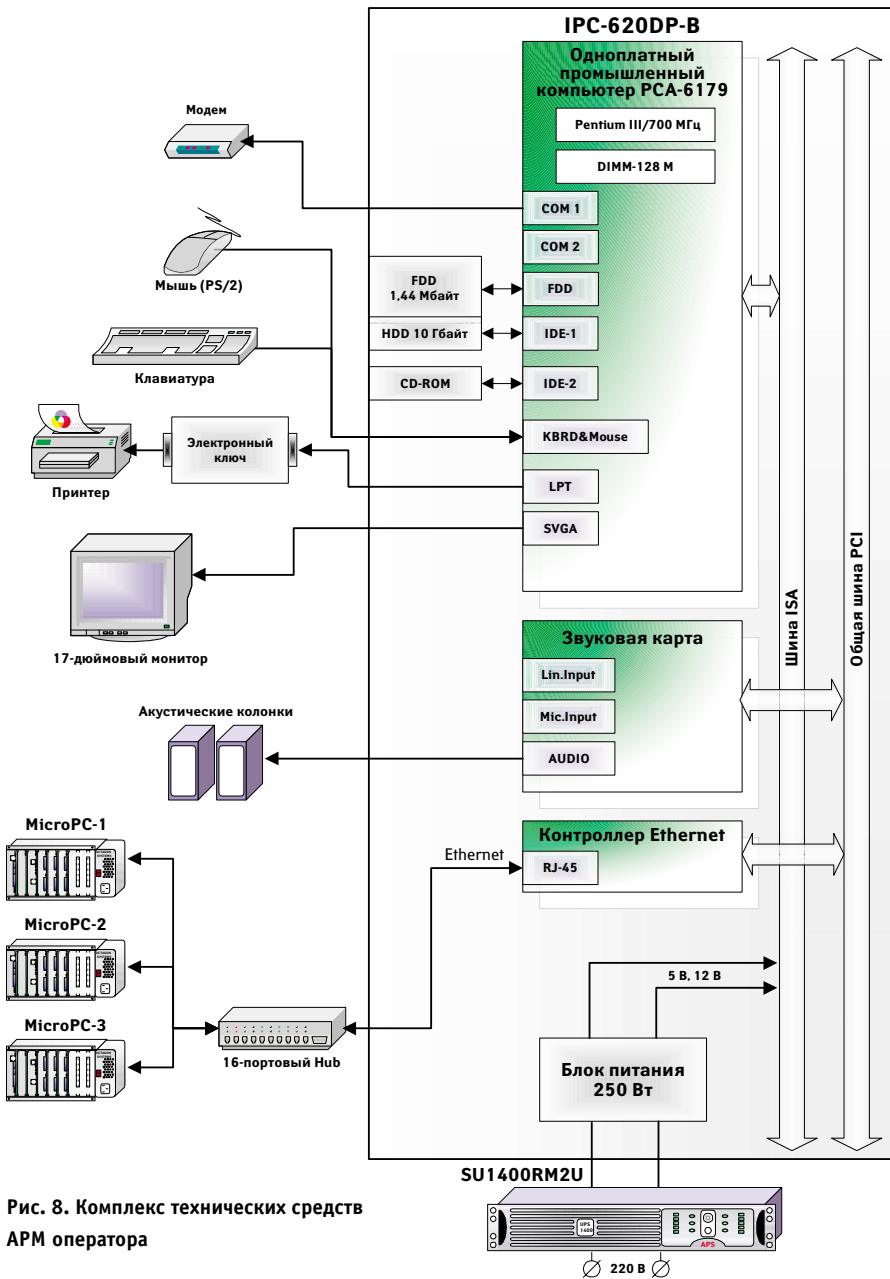


Рис. 8. Комплекс технических средств ARM оператора

оператора сформировано типовое представление многих технологических блоков как на экране монитора в виде мнемосхем, так и в базе каналов (рис. 9).

Типизация аппаратно-программных решений позволила фирме «Шатл» значительно сократить сроки проектирования и разработки АСУ ТП УКПН.

**Сборка и монтаж комплекса технологических средств**

Сборка и монтаж контроллеров, УСО, блоков питания, клеммных колодок осуществляются в одну или две 19" стойки фирмы Schroff (рис. 10).

Проект их расположения в стойке, а также схемы соединений создаются на компьютере (рис. 11). Сборка стойки осуществляется на фирме, затем оборудование тестируется и в собранном виде отправляется на объект. При та-

ком подходе сокращается срок монтажа и пусконаладки оборудования уровня контроллеров на объекте у заказчика. Аналогично собирается, отлаживается и в готовом виде транспортируется комплекс технических средств АРМ оператора.

**Пусконаладка АСУ ТП подготовки нефти**

Опыт пусконаладки всей АСУ ТП в разных НГДУ позволил выделить два последовательных этапа:

- пусконаладку АСУ ТП в режиме сбора и контроля параметров со всех технологических блоков УКПН;
- пусконаладку АСУ ТП в режиме дистанционного и автоматического управления и регулирования.

**Разработка документации, обучение специалистов**

Заказчику передается полный комплект проектной, эксплуатационной и программной документации на АСУ ТП УКПН. Обучение специалистов заказчика начинается уже при монтаже и пусконаладке АСУ ТП и продолжается на работающей системе по мере её ввода в действие. Обучение электронщиков и программистов заказчика современным аппаратно-программным средствам автоматизации по расширенной программе осуществляется в Учебном центре фирмы «Шатл».

Для обучения операторов-технологов навыкам оперативного компьютерного управления качеством получаемой на выходе УКПН нефти раз-

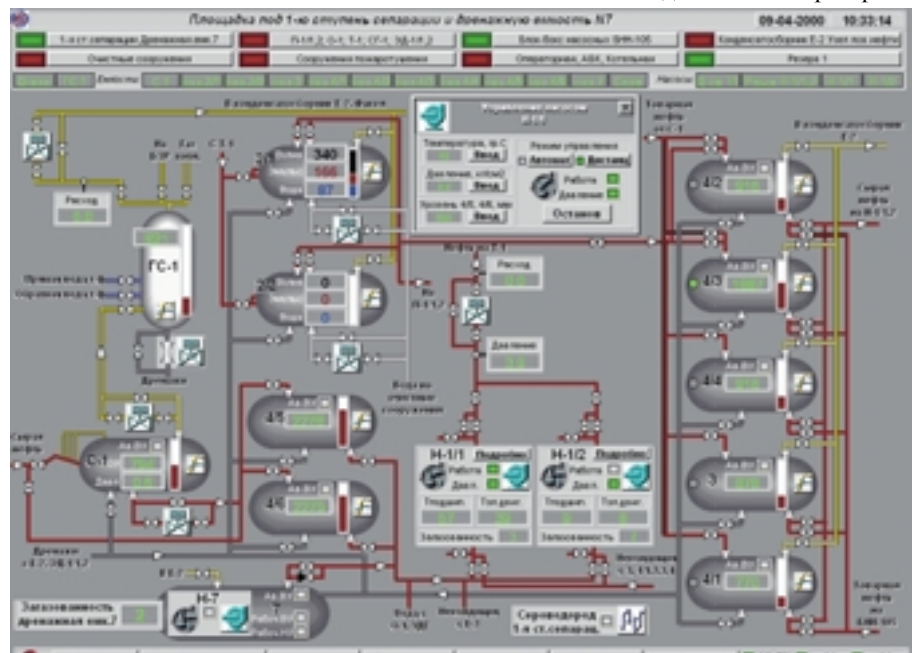


Рис. 9. Пример мнемосхемы АРМ оператора УКПН

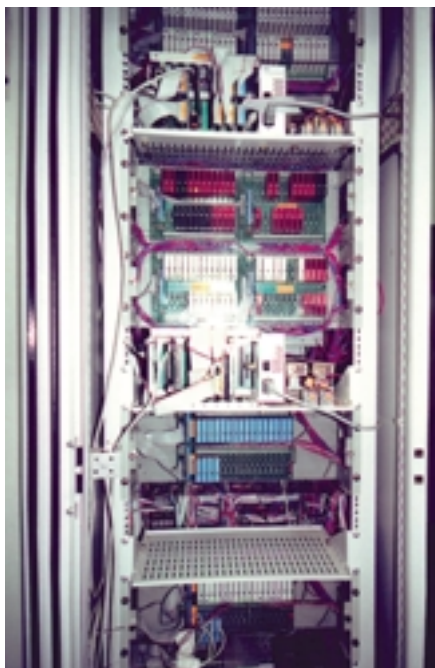


Рис. 10. Стойка с оборудованием уровня контроллеров

работывается аппаратно-программный тренажёр. Он представляет собой двухмашинный комплекс, где на одном компьютере установлено конкретное ПО АРМ оператора, а на втором моделируются различные аварийные ситуации или рассчитываются на моделях зависимости параметров качества нефти от изменений температур, давлений на технологических блоках автоматизированной УКПН.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, перечислим те преимущества, которые дают заказчику предлагаемые «опыт и фирменные типовые решения» при создании АСУ ТП подготовки нефти:

- эксплуатационную надёжность принятых и внедрённых у заказчика аппаратно-программных схем автоматизации;
- меньшую стоимость каждого этапа создания АСУ ТП, а значит, и всей системы в целом, в отличие от разовых, уникальных разработок;
- значительное сокращение сроков выполнения каждого из этапов, а значит, и всей АСУ ТП в целом;
- удобство работы заказчика с одной фирмой как с генеральным подрядчиком и ведущим исполнителем по основным этапам;
- возможность по хорошо документированным типовым аппаратно-программным решениям проводить сопровождение и модернизацию АСУ ТП УКПН.

*Фирма «Шатл» работает в тесном сотрудничестве с ведущими проектными институтами Татарстана: ТатНИПИнефть, Нефтехимпроект — и благодарна им за творческое сотрудничество.* ●

**Авторы — сотрудники фирмы «Шатл»**

**Телефон/факс: (8432) 38-1600**

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

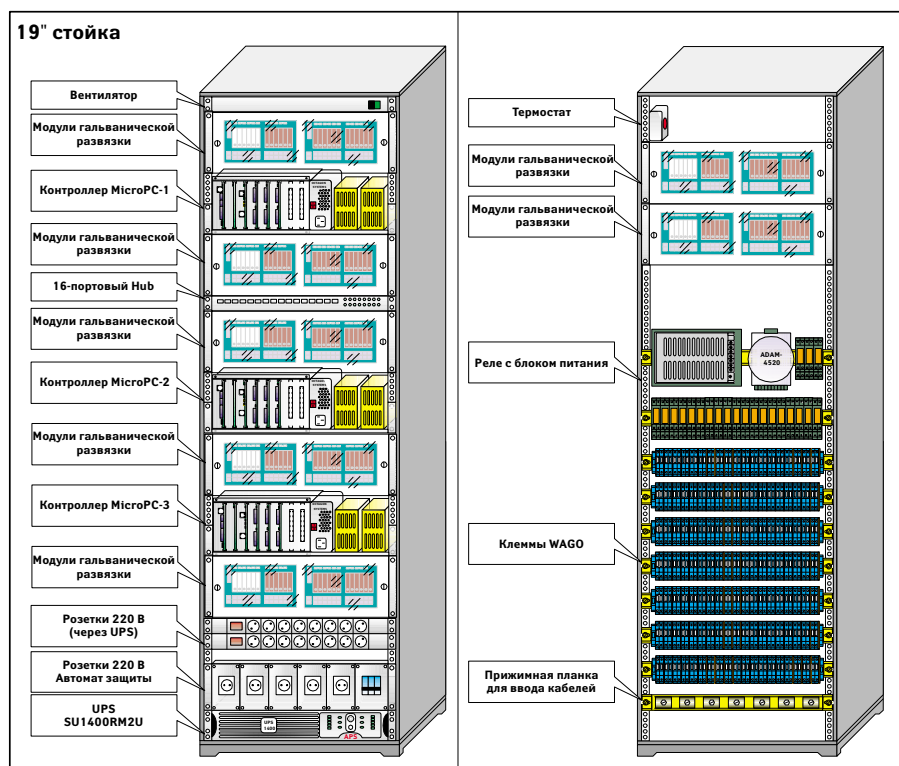


Рис. 11. Проект компоновки 19" стойки