

# **Программируемая информационно-управляющая система — инструмент создания АСУ ТП магистральных нефтепроводов**

Анатолий Благодарный, Александр Зензин, к.т.н., Эдуард Михальцов, к.т.н., Александр Петков, Геннадий Чейдо, к.т.н., Конструкторско-технологический институт ВТ СО РАН, Новосибирск

**Созданная новосибирскими учеными программируемая информационно-управляющая система позволяет подключать к АСУ ТП магистральных нефтепроводов не только новые или модернизируемые технологические объекты, но и целые АСУ-подсистемы (резервуарных парков, коммерческих узлов учета нефти, коммерческих узлов электроснабжения, электрохимической защиты нефтепроводов и т.п.) разработанные ранее различными организациями-исполнителями. Открытость и адаптивность системы достигнута за счет решений, обеспечивающих независимость программного обеспечения от состава технологического оборудования, применяемых технических средств нижнего уровня и архитектуры сети.**

Главной целью создания программируемой информационно-управляющей системы (ПИУС) была не только реализация конкретного проекта по созданию АСУ ТП перекачки нефти по заказу Урайского управления магистральных нефтепроводов (УМН) АО «Сибнефтепровод», но и разработка универсального программно-методического инструмента, позволяющего автоматизировать технологические процессы основных объектов магистрального нефтепровода.

Очевидно, что такую серьезную работу можно было выполнить только при системном анализе:

- типовых архитектур АСУ ТП МН;
- операционных систем, используемых в АСУ ТП;
- структур и потоков информации, циркулирующей на/между различными уровнями;
- функциональных особенностей основных подсистем и др.

## **Особенности АСУ ТП магистральных нефтепроводов**

Основными объектами автоматизации указанной АСУ ТП являются электротехническое и насосно-транспортное оборудование нефтеперекачивающих станций (НПС) и оборудование линейных участков нефтепроводов. Вновь создаваемая АСУ ТП также осуществляет обмен информацией с АСУ ТП смежных участков нефтепроводов и с различными информационно-управляющими подсистемами резервуарных парков и узлов учета нефти.

Главными задачами, решаемыми в рамках АСУ ТП магистральных нефтепроводов, были:

- обеспечение технического и оперативного персонала информацией о работе оборудования магистральных нефтепроводов, НПС, резервуарных парков и узлов учета нефти;
- ускорение анализа причин возникновения аварийных ситуаций и, как следствие этого, их предупреждение;

- централизация управления электроснабжением и технологическими процессами перекачки нефти из районного диспетчерского пункта (РДП);
- коммерческий учет потребляемой электроэнергии;
- повышение эффективности эксплуатации оборудования;
- оперативный учет количества нефти и ее параметров;
- обеспечение оперативного персонала и различных служб информацией для анализа работы оборудования, ведения документации;
- архивирование данных, просмотр информации из архива;
- передача информации о текущем состоянии оборудования на центральный диспетчерский пункт АО «Сибнефтепровод»;
- эмуляция рабочего места диспетчера РДП на ПЭВМ административной сети (Урайское УМН);
- сокращение численности персонала на НПС и повышение эффективности работы управленческого персонала РДП.

Создаваемая система должна была учитывать эксплуатационные особенности объекта автоматизации. В частности:

- территориальную распределенность контролируемых элементов системы;
- большой объем оперативной информации о состоянии оборудования, составляющий десятки тысяч сигналов в секунду;
- минимальное время реакции системы на сигналы изменения состояния оборудования;
- необходимость приема информации от информационно-управляющих подсистем, разработанных иными организациями;
- обеспечение максимальной защищенности локальных вычислительных сетей (ЛВС) системы от несанкционированного доступа.

Исходя из перечисленных выше главных задач и эксплуатационных особенностей были сформулированы основные требования к системному программному обеспечению. А именно:

- высокая надежность работы, обеспечиваемая правильным выбором операционной системы (ОС). Предпочтение должно быть отдано многозадачным сетевым операционным системам реального времени (ОС РВ);
- среда разработки ОС РВ должна включать в себя основные наиболее популярные в настоящее время языки программирования (Ассемблер, С, С++ и др.) и обеспечивать доступ ко всем ресурсам информационно-вычислительной аппаратуры;
- коммуникационное программное обеспечение ОС РВ должно поддерживать все функции стека протоколов TCP/IP, а также основные функции удаленного доступа и эмуляции удаленного терминала.

Наиболее полно соответствует всем вышеприведенным требованиям сетевая многозадачная ОС РВ QNX 4.XX, в состав которой в качестве среды разработки входят компилятор фирмы WATCOM и графические оболочки QNX Windows и QNX Photon.

Если говорить более конкретно, то основными отличительными особенностями ОС РВ QNX являются:

- минимальное среди всех остальных ОС РВ время переключения между задачами (процессами);
- компактность ядра ОС;
- полное исключение возможности разрушения ОС или ее блокирования любым прикладным приложением;
- поддержка файловых систем других ОС (например, Dos, Windows 98).

Графическая оболочка QNX Windows обладает также одним важным свойством: графические ресурсы любого прикладного приложения существуют в многозадачной среде ОС независимо от самого приложения. Т.е. другие приложения тоже могут получить доступ к ним. Это существенно упрощает удаленную модификацию и отладку прикладных приложений.

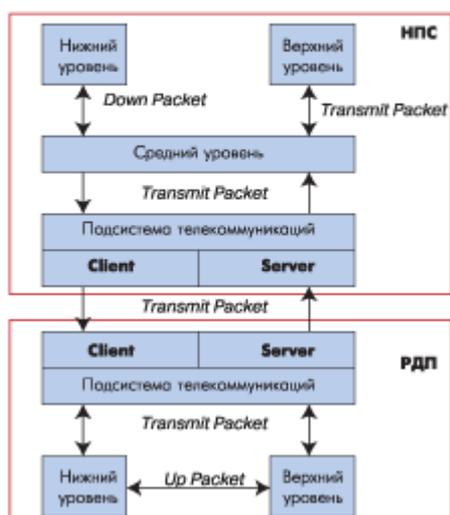
Кроме того, графическая оболочка QNX Photon отличается более быстрой графикой и поддержкой удаленной эмуляции графического образа экрана, в т. ч. в других ОС.

## Архитектура АСУ ТП

В техническом плане АСУ ТП перекачки нефти целесообразно разделить на три иерархических уровня: верхний, средний и нижний. Верхний уровень представляет собой локальную вычислительную сеть, объединяющую рабочие места диспетчеров и операторов, сервер ввода/вывода и шлюз доступа в административную сеть фирмы Novell. Локальная вычислительная сеть в РДП также называется технологической сетью.

Средний уровень полностью аналогичен верхнему уровню (отсутствует только шлюз) и объединен локальной вычислительной сетью с нижним уровнем.

**Рис. 1. Структура АСУ ТП перекачки нефти и схема организации потоков данных**



Нижний уровень образован программируемыми контроллерами подсистемы сопряжения с объектами технологического оборудования НПС и линейных участков нефтепроводов. Средства связи верхнего уровня со средним представляют собой корпоративную сеть. В

качестве базового протокола корпоративной сети используется протокол TCP/IP. В соответствии с вышеприведенной архитектурой, программное обеспечение АСУ ТП подразделяется на подсистемы верхнего, среднего и нижнего уровней, а также подсистему телекоммуникаций (см. рис. 1).

В состав подсистемы верхнего уровня входят программное обеспечение (ПО) интерфейса оператора и базы данных. В совокупности это называется рабочим местом оператора или диспетчера.

Подсистема среднего уровня представляет собой программный интерфейс с нижним уровнем.

Подсистема нижнего уровня представлена набором программных модулей, функционирующих, в основном, на аппаратных средствах программируемых контроллеров. Необходимо отметить, что именно программные модули нижнего уровня отвечают не только за сопряжение с объектами технологического оборудования, но и за обмен информацией с подсистемами иных сторонних организаций.

Подсистема телекоммуникации является базовой подсистемой АСУ ТП. Ее основное назначение — поддержка обмена данными по корпоративной сети и распределение данных между различными процессами верхнего, среднего и нижнего уровней. Здесь и далее в тексте будет использоваться терминология многозадачных ОС, в которых выполняющиеся задачи называются процессами, а задачей называется готовый к исполнению программный модуль.

### **Организация потоков данных**

Под потоками данных в АСУ ТП понимается транспортировка данных в виде пакетов определенного типа от некоторого процесса, который является источником данных, к процессу — потребителю данных.

Каждый пакет данных состоит из заголовка и информационной части. В заголовке, структура которого строго фиксирована в АСУ ТП, указываются общие параметры пакета: код отправителя, тип данных и суммарный размер пакета. Тип данных, представляющий собой некоторое десятичное число, однозначно определяет соответствующий поток данных. Он же задает и структуру информационной части.

Код отправителя — последовательный номер узла корпоративной сети по конфигурационному файлу подсистемы телекоммуникаций.

Структура информационной части пакета абсолютно произвольная и выбирается из соображений удобства транспортировки и обработки передаваемой информации. В общем случае информационная часть является массивом сигналов, где каждый сигнал представлен его кодом, значением и временем считывания и набором параметров, определяющих данный массив сигналов.

Структура пакета данных и используемая в нем кодировка сигналов зависят от уровня, на котором в текущий момент времени находится пакет:

- пакет нижнего уровня с транспортной кодировкой сигналов (DownPacket);
- телекоммуникационный пакет с той же транспортной кодировкой сигналов (TransmitPacket);
- пакет верхнего уровня с интерфейсной кодировкой сигналов (UpPacket).

Поток данных состоит из ряда последовательных передач пакета от начального процессористочника к конечному процессу-приемнику через ряд промежуточных процессов, находящихся на различных уровнях (**см. рис. 1**).

Начальными и конечными пунктами в потоках данных обычно является или некоторый процесс верхнего уровня, или некоторый процесс нижнего уровня. Приведенная на **рис. 1** структура АСУ ТП и схема организации потоков данных является базовой. В конкретных реализациях АСУ ТП набор программных модулей нижнего уровня, а также назначение и функции ПО верхнего уровня могут существенно различаться и дополняться.

Программные модули нижнего уровня могут быть подключены в произвольном месте приведенной выше схемы при условии согласования структур пакетов и направлений потоков данных. Возможна организация новых потоков данных. Допускается также множественное подключение рабочих мест оператора на верхнем уровне. Необходимое для этого распараллеливание потоков данных также осуществляет подсистема телекоммуникации.

### **Исходные данные**

Исходными данными АСУ ТП является набор текстовых конфигурационных файлов, описывающих конкретную реализацию системы:

- конфигурационные файлы нижнего уровня;
- конфигурационные файлы верхнего уровня;
- конфигурационный файл подсистемы телекоммуникации.

Основное назначение конфигурационных файлов — обеспечение независимости ПО от состава технологического оборудования, применяемых технических средств нижнего уровня и архитектуры корпоративной сети.

**Конфигурационные файлы нижнего уровня** составляются для каждого технологического объекта или подсистемы сторонней организации-разработчика, которые обслуживаются данной АСУ ТП. В конфигурационный файл входят параметры используемого программируемого контроллера (если он есть) и набор строк с описанием всех сигналов данного технологического объекта.

Для каждого сигнала приводится его транспортный код и интерфейсный код для связи с конфигурационным файлом верхнего уровня. Кроме того, для каждого сигнала указывается номер датчика устройства сопряжения с объектом (УСО) и набор некоторых простейших операций обработки (например логические, арифметические операции). Реализуются указанные операции обработки данных в подсистеме среднего уровня, а более сложные алгоритмы обработки обычно программируются непосредственно в самом программном модуле нижнего уровня.

Транспортный код сигнала представляет собой просто последовательный номер сигнала по конфигурационному файлу для данного технологического объекта. Транспортный код введен для компактности пакетов данных. Интерфейсный код имеет достаточно сложную структуру и большой размер и используется для сквозной кодировки сигналов всех технологических объектов на видеокдрах рабочего места оператора верхнего уровня. ПО нижнего уровня, обслуживающего заданный технологический объект, не зависит от типа применяемого программируемого контроллера. При необходимости он может быть

заменен на любой другой при условии модификации соответствующего конфигурационного файла.

**Конфигурационные файлы верхнего уровня** также составляются для каждого технологического объекта, но их основное назначение — поддержка независимости ПО графического отображения технологических схем на видеокадрах рабочего места оператора от выбранной системы знаков. Параллельно осуществляется контроль операций удаленного управления (телеуправления) технологическими объектами.

Конфигурационный файл верхнего уровня является просто списком сигналов данного технологического объекта, включая список сигналов телеуправления. Для каждого сигнала указывается его интерфейсный код, метод его графического представления на видеокадрах технологических схем, другие параметры сигнала и приводится некоторый минимальный набор простых операций обработки. Сложные алгоритмы обработки поступающей с нижнего уровня данных реализуются обычно с помощью отдельных программных модулей верхнего уровня.

**Конфигурационный файл подсистемы телекоммуникаций** предназначен для организации обмена данными между узлами корпоративной сети и распределения потоков данных между различными процессами верхнего и среднего уровней. Возможно направление данных непосредственно на нижний уровень, минуя средний уровень.

Конфигурационный файл содержит общий список IP-адресов и номера портов всех узлов корпоративной сети (параллельно системному файлу 'hosts'), а также список узлов корпоративной сети, взаимодействующих с данным узлом. В него входят список имен процессов-приемников пакетов данных по типам данных, список контролируемого на данном узле загруженного ПО. Там же задаются тайм-ауты синхронизации времени, контроля состояния корпоративной сети и контроля состояния ЛВС и ПО, некоторые другие внутрисистемные параметры.

Конфигурационный файл составляется для каждого узла корпоративной сети, в то время как ПО подсистемы телекоммуникаций не зависит от конкретного узла.

### **Подсистема телекоммуникаций**

В АСУ ТП принята система организации корпоративной сети по схеме «звезда» с выделенным (главным) узлом для РДП. Обмен данными по корпоративной сети осуществляется на основе протокола UDP стека протоколов TCP/IP. Данный выбор обусловлен большей устойчивостью и скоростью передачи данных, чем при использовании метода гарантированной доставки. Также существенно улучшается сетевой трафик, что немаловажно, т.к. поток информации с нижнего уровня может достигать нескольких тысяч сигналов в секунду.

Все дополнительные операции по обслуживанию передачи информации по протоколу UDP выполняют программные модули подсистемы коммуникаций. К таким операциям относятся сегментирование и сборка передаваемых пакетов данных, а также контроль их целостности.

Основными функциями подсистемы являются:

- поддержка обмена данными между верхним и средним уровнями по корпоративной сети;

- распределение потоков информации между процессами-приемниками верхнего, среднего и нижнего уровней;
- контроль состояния выполняющегося ПО на всех трех уровнях;
- контроль состояния корпоративной сети;
- синхронизация времени на всех узлах корпоративной сети.

В состав подсистемы входят следующие задачи, запускаемые как независимые процессы в произвольном порядке:

- задача передачи информации в корпоративную сеть;
- задача приема информации из корпоративной сети;
- задача синхронизации времени на всех узлах корпоративной сети и контроля состояния сети;
- задача контроля состояния ЛВС и выполняющегося ПО на всех узлах ЛВС;
- диспетчер потока данных верхнего уровня.

Все указанные задачи используют в качестве входных параметров для своего запуска и функционирования только конфигурационный файл подсистемы, поэтому в их состав входит синтаксический анализатор конфигурационного файла. Задача приема информации как процесс также запускает ряд порожденных процессов по числу узлов корпоративной сети, взаимодействующих с данным узлом. Каждый из порожденных процессов связан с соответствующим узлом и отвечает за непосредственный прием пакетов данных с этого узла из физического канала связи.

Задача приема информации состоит из трех подпрограмм:

- подпрограмма приема пакетов из порожденных процессов;
- подпрограмма контроля типов данных;
- подпрограмма распределения потоков данных по процессам-приемникам.

Задача синхронизации времени с главного узла сети на все остальные узлы. Периодически с заданным интервалом времени посылается пакет с текущим временем главного узла. Задачи синхронизации времени на остальных узлах сети по приходу посланного пакета устанавливают системное время и посылают пакет ответа на главный узел. Факт прихода в течение заданного интервала времени ответа на пакет синхронизации времени от остальных узлов является критерием состояния корпоративной сети. Диспетчер потока данных верхнего уровня осуществляет рассылку любого пакета данных, исходящего с одного рабочего места оператора на все остальные рабочие места данного узла корпоративной сети.

Необходимость доработки ПО подсистемы коммуникаций может возникнуть только при необходимости введения нового потока данных и сводится к следующим основным пунктам:

- задание нового типа данных и ему соответствующей структуры информационной части;
- модификация подпрограмм контроля типов данных и распределения потоков данных;
- запись в конфигурационном файле имен задач-приемников нового типа данных.

Выполнение каждого из вышеприведенных пунктов производится по некоторому вполне определенному шаблону и никаких трудностей не вызывает.

### **Подсистема нижнего уровня**

Обслуживание каждого объекта технологического оборудования на нижнем уровне включает в себя ряд следующих последовательных операций по:

- съему информации о состоянии технологических объектов или приему от подсистем сторонних организаций;
- упаковке полученной информации в пакеты данных заданной структуры;
- передаче пакетов данных на подсистему среднего уровня;
- приему пакетов команд (для управляемых технологических объектов) от среднего уровня и их исполнение с передачей пакетов подтверждения на средний уровень;

ПО подсистемы нижнего уровня представляет собой совокупность независимых наборов программных модулей по обслуживанию отдельных технологических объектов, каждый из которых реализует указанные выше операции.

Состав программных модулей по обслуживанию конкретного технологического объекта не определяется какими-либо соглашениями и может быть самым различным. Технологические объекты одного типа или похожие обычно обслуживаются одним и тем же набором программных модулей. Связь с подсистемами остальных уровней осуществляется только через структуры пакетов данных и конфигурационные файлы нижнего уровня. Поэтому составление конфигурационных файлов для каждого технологического объекта является, за исключением особых случаев, обязательным.

С указанными конфигурационными файлами связана подпрограмма синтаксического анализатора, которая осуществляет ввод конфигурационных файлов и их синтаксический разбор. Данная подпрограмма является общей для всех подсистем нижнего, среднего и верхнего уровней. Различие заключается только в самих подсистемах, которые используют разные поля описаний сигналов. При разработке ПО нижнего уровня по обслуживанию оригинального технологического объекта, данная подпрограмма, вообще говоря, подлежит модификации в подсистемах всех трех уровней.

Существуют определенные правила, по которым составляются конфигурационные файлы нижнего уровня. Большинство параметров в них не являются обязательными. Необходимы только списки сигналов, в строках описаний которых обязательно должны присутствовать транспортный и интерфейсный код. Подпрограмма синтаксического анализатора работает с такими конфигурационными файлами, так что в крайнем случае можно обойтись и без ее доработки.

### **Подсистема среднего уровня**

В АСУ ТП принята система передачи со среднего уровня на верхний уровень не самого состояния технологических объектов в текущий момент времени, а только изменения их состояния. Это позволяет существенно уменьшить объем информации, поступающий с нижнего уровня.

Фильтрация сигналов состояния технологических объектов по их значению — основное назначение подсистемы среднего уровня. В состав подсистемы входят задача фильтрации и обработки сигналов и диспетчер потоков данных среднего уровня.

Задача фильтрации для организации структур хранения информации о текущем состоянии технологических объектов использует конфигурационные файлы нижнего уровня. Именно поэтому в ее состав входит синтаксический анализатор конфигурационных файлов нижнего уровня.

Принцип фильтрации сигналов по их значению весьма прост. При приходе очередного пакета данных с нижнего уровня процесс фильтрации сравнивает новые значения поступивших сигналов состояния технологического объекта с теми, которые хранятся в структурах данных задачи. Из тех сигналов, значения которых изменились, формируется новый пакет данных и отсылается к диспетчеру потоков данных среднего уровня. Одновременно осуществляется обработка поступивших данных согласно конфигурационным файлам, после чего новые значения сигналов запоминаются в структурах хранения.

Иногда возникает необходимость передачи всего состояния технологического объекта в текущий момент времени. Для этого в АСУ ТП предусмотрен специальный управляющий пакет, адресованный к среднему уровню. При приходе указанного пакета процесс фильтрации сбрасывает все структуры хранения информации в исходное состояние. Посылка данного управляющего пакета обычно реализуется в виде команды с рабочего места оператора на верхнем уровне. Диспетчер потоков данных среднего уровня рассылает приходящие на него пакеты данных на другие процессы-приемники данных (как правило, это процессы подсистемы верхнего уровня и подсистемы коммуникаций).

### **Подсистема верхнего уровня**

Подсистема верхнего уровня состоит из совокупности рабочих мест оператора, каждое из которых включает в себя интерфейсную часть и базу данных.

#### **Интерфейсная часть обеспечивает:**

- контролируемый вход персонала в систему;
- ввод команд персоналом с помощью манипулятора и клавиатуры;
- быструю оценку состояния технологического оборудования по видеокдрам мнемосхем и оперативным меню;
- управление технологическими объектами с помощью динамических меню;
- технологическую сигнализацию;
- квитирование технологических сообщений;
- передачу управления следующей смене и выход персонала из системы.

#### **Основными функциями базы данных являются:**

- обеспечение оперативного персонала и различных служб массивами данных для анализа работы оборудования, ведения документации;
- архивирование данных, просмотр информации из архива;
- отображение течения технологических процессов в виде графиков, гистограмм, таблиц, технологических сообщений, ведомостей;
- протоколирование действий персонала;

- организация передачи данных о текущем состоянии технологического оборудования на центральный диспетчерский пункт.

Подсистема верхнего уровня устанавливается как в РДП, так и на НПС. Основное различие между ПО подсистемы верхнего уровня на РДП и НПС заключается в использовании разных графических оболочек.

На РДП ПО устанавливается под управление QNX Photon. Данное решение обусловлено быстрой и современной графикой, большими возможностями среды разработки и необходимостью удаленной эмуляции рабочего места оператора в административных сетях на ПЭВМ под управлением Windows 98, Windows 2000 и т.д. На НПС ПО устанавливается, как правило, под управлением QNX Windows. Это существенно упрощает удаленную модификацию и отладку, т.к. графические ресурсы любого прикладного приложения редактируются отдельно и независимо от текстов программ самого приложения.

В основу разработки ПО подсистемы верхнего уровня заложен ряд принципов, основными из которых являются:

- максимальное использование возможностей строителей приложений указанных выше графических оболочек;
- минимизация необходимости модификации текстов программ при конфигурировании АСУ ТП на обслуживание заданного состава технологического оборудования. Для реализации указанных принципов была разработана система конфигурационных файлов верхнего уровня.

Подключение любого нового технологического объекта в подсистему верхнего уровня обычно сводится к двум технически простым операциям:

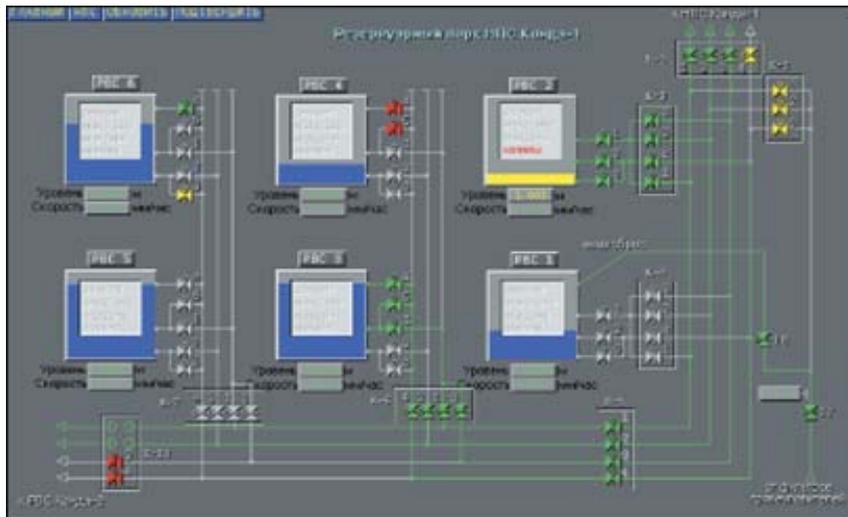
- графическими редакторами рисуется мнемосхема или графический символ объекта в произвольном виде;
- в конфигурационном файле объекта указывается система графического отображения состояния объекта на видеокдрах, система представления состояния объекта в таблицах, сводках и ведомостях базы данных, система телесигнализации о режимах критического состояния объекта и т.д.

В самом общем случае при подключении нового технологического объекта может возникнуть необходимость введения достаточно сложных алгоритмов обработки информации, поступающей с нижнего уровня. Для упрощения процесса доработки ПО в подобных случаях в интерфейсной части и базе данных выделены 2 особых задачи. Одна задача отвечает за обработку сигналов, поступающих с нижнего уровня, а вторая задача отвечает за графическое представление текущего состояния объекта. Процесс реализации алгоритмов обработки достаточно строго стандартизован и не требует высокой квалификации программиста.

В качестве примеров реализации указанных принципов приведем главный видеокдр АСУ ТП насосно-транспортного оборудования (**см. фото 1**), видеокдр технологической схемы НПС (**см. фото 2**) и видеокдр технологической схемы резервуарного парка (**см. фото 3**). На всех этих схемах используется цветовое кодирование текущего состояния технологических объектов, каждый из которых представлен некоторым графическим символом.

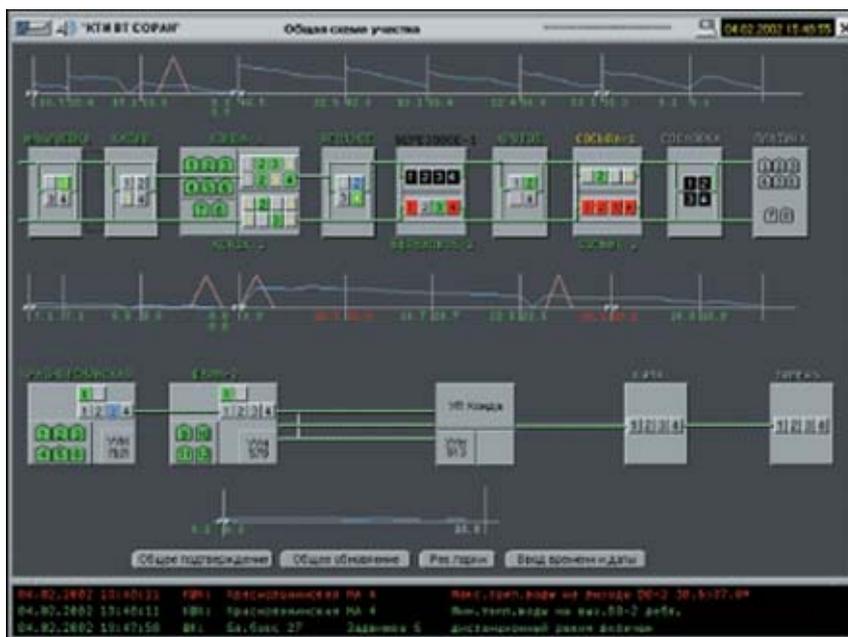
Все такие графические символы являются активными, т.е. нажатие на клавишу ручного манипулятора сфокусированного на символе, приводит к раскрытию динамических панелей и таблиц. Данные панели и таблицы более детально раскрывают текущее состояние объекта, а также реализуют интерфейс телеуправления объектом. Для повышения читаемости технологической ситуации трассы нефти на схемах выделяются цветом (используется алгоритм автоматической трассировки потоков нефти).

Фото 2. Технологическая схема НПС



Связь подсистемы верхнего уровня с остальными уровнями осуществляется только через потоки данных и конфигурационные файлы нижнего уровня, которые используются исключительно для перевода транспортного кода сигналов в интерфейсный код. Если выбрана такая система кодирования информации, при которой транспортный код совпадает с интерфейсным кодом, то необходимость в конфигурационных файлах нижнего уровня отпадает. В таких случаях процесс конфигурирования АСУ ТП существенно упрощается.

Фото 3. Технологическая схема резервуарного парка



## **Реализации ПИУС на Урайском УМН**

Наряду с основной АСУ ТП насосно-транспортного оборудования была сконфигурирована и подключена к ней подсистема электротехнического оборудования. По своим функциям, алгоритмам обработки информации, алгоритмам управления объектами и графическому отображению электротехнических схем она существенно отличается от АСУ ТП НТО. В частности, реализован алгоритм считывания и передачи на верхний уровень осциллограмм токов и напряжений с различных объектов электротехнического оборудования. Это позволяет не только точно определить причины возникновения аварийных ситуаций в электрооборудовании, но и проследить ход развития процессов, приводящих к срабатыванию различных защит.

Особого внимания заслуживает подсистема коммерческого учета электроснабжения, также включенная в состав АСУ ТП Урайского УМН. Информация для нее снимается с групп электрических счетчиков, находящихся на НПС. Подсистема работает полностью в автоматическом режиме и характеризуется наличием встроенного алгоритма заполнения информационных пробелов в базе данных. Данный алгоритм частично поддерживается и подсистемой телекоммуникаций.

В состав АСУ ТП Урайского УМН также входит подсистема электрохимической защиты нефтепроводов. Ее основное отличие от указанных выше подсистем заключается только в том, что верхний уровень реализован в административной сети на ПЭВМ под управлением ОС Windows 98. Передача информации из подсистемы телекоммуникаций на верхний уровень данной подсистемы осуществляется по протоколу TCP/IP из технологической сети через шлюз в административную сеть.

Опыт реализации АСУ ТП в Урайском УМН подтвердил правильность выбранной концепции. Гибкость и адаптивность разработанной программируемой информационно-управляющей системы позволили подключить к АСУ ТП большое количество информационно-управляющих подсистем, разработанных в разное время различными организациями. К ним относятся подсистемы резервуарных парков, узлов учета нефти, управления станционной автоматикой, цифровые регуляторы возбуждения электродвигателей магистральных агрегатов, стенды вибрационного контроля магистральных и подпорных агрегатов и т.д. Все указанные подсистемы отличаются большим разнообразием методов доступа к информации и формой ее представления.