

# Новые возможности управления технологическим процессом нефтедобычи

Василий Дудников, Дамир Набиев, Влад Гареев

В статье рассмотрена система контроля и автоматического управления «Мега». Описаны структура системы и назначение её основных элементов. Приведены особенности системы, важные для нефтедобывающей отрасли.

## ВВЕДЕНИЕ

Поводом для написания статьи явилась раздосадованная реплика начальника службы АСУ одного из нефтедобывающих объединений после проведенного им тендера на поставку систем телемеханики для нефтедобычи: «Да что они мне всё предлагают... То же самое, что и десять лет назад, только картинка красивее, да компьютеры нужны мощнее...». Далее последовал монолог, суть которого сводилась к тому, что система телемеханики должна бы:

- работать с самыми разными контроллерами, включая и купленные уже лет ...надцать назад;
- поддерживать связь по любым доступным каналам (и радио, и провода, и сети);
- не просто отображать состояние объектов, а рассчитать определённые показатели и на их основе изменить режим работы объекта (естественно, автоматически);

- настраиваться очень просто, любым инженером цеха автоматизации производства;
- предоставлять доступ через Интернет и из компьютерной сети предприятия;
- интерфейсы поддерживать стандартные, да чтоб «самопала» поменьше было.

Монолог был длинным, но из него со всей очевидностью следовало, что это были требования к нормальной современной системе управления технологическими процессами.

Специалисты фирмы «Интек» занимаются АСУ ТП централизованных объектов уже давно и в течение нескольких последних лет разрабатывают



Оборудование групповой замерной установки (ГЗУ)

систему автоматического управления распределенным производством.

И вот, с трепетом в душе наблюдая за мощностью получившейся системы, мы поняли, что очень близки к созданию настоящей территориально-распределённой АСУ ТП!

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ «МЕГА»

Подробное описание системы можно найти на [www.intekufa.ru](http://www.intekufa.ru). Здесь рассматриваются лишь наиболее характерные технические решения, обусловленные спецификой АСУ ТП нефтедобычи.

Система управления «Мега» — это набор аппаратно-программных средств, позволяющий решить, по большому счету, следующие задачи:

- локальная автоматизация технологических объектов (скважины, насосы, замерные установки);
- автоматический контроль и управление технологическим процессом в целом;
- абстрагирование параметров от физических источников и представле-



Нефтяная скважина (Лениногорск)



Рис. 1. Многоуровневая структура системы управления «Мега»

ние их в качестве свойств неких произвольных объектов в форме, удобной для восприятия человеком;

- открытый доступ к данным с помощью современных стандартных интерфейсов.

Эти задачи решаются довольно просто и стандартно для сосредоточенных производств, где объект практически один (установка, линия, стан и т.п.) и представление человека об объекте не отличается от физической реализации (печка с набором датчиков — она и на экране печка), связь хорошая и контроллеры «на ходу» не воруют, а регламент полностью определен и утвержден. Для таких систем на рынке представлен широчайший выбор аппаратных и программных средств.

Иное дело — нефтедобыча. Множество объектов разного типа разбросаны на больших площадях в пересеченной местности; параметры каждого объекта поступают от различных источников; отсутствие надёжной связи; технологический процесс настолько многофакторный, что не поддается прямому регулированию; много уровней обслуживающего персонала, и на каждом уровне имеется свое представление об объектах и технологическом процессе. И над всем этим жестко сто-

ит вопрос экономической целесообразности, который перечеркивает попытки решить задачу с помощью универсальных аппаратно-программных средств.

### Состав аппаратно-программных средств и их отличительные особенности

Система строится по иерархическому многоуровневому принципу (рис. 1). На каждом уровне присутству-

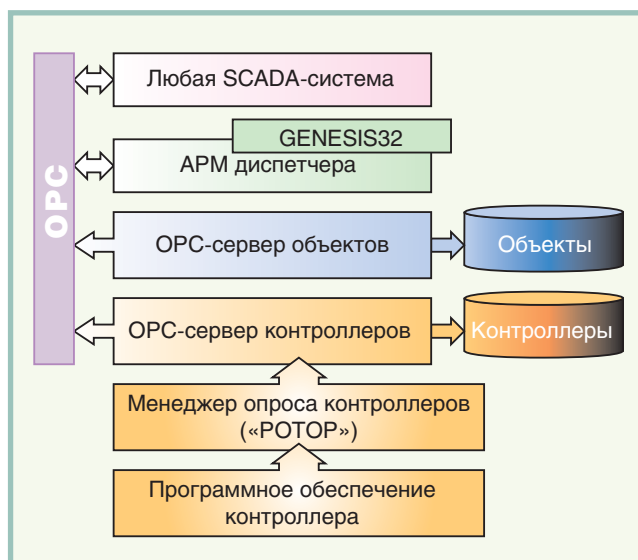


Рис. 2. Структура программного обеспечения системы

ют определенные аппаратно-программные средства, взаимозависанные для обеспечения сквозного обмена информацией между уровнями. Условно можно выделить следующие уровни:

- контроллеры локальной автоматизации технологических объектов;
- связь;
- управление работой контроллеров;
- управление работой технологических объектов;
- рабочие места специалистов и диспетчерского контроля.

Краеугольным камнем концепции построения системы является её открытость. Взаимодействие между уровнями обеспечивается с помощью стандартных интерфейсов, а это значит, что отдельные компоненты системы можно заменять и дополнять новыми. Например, их можно дополнить OPC-сервером уже существующей системы или создать собственные АРМ специалистов на основе принятого у пользователя SCADA-пакета.

Применение на всех уровнях программного обеспечения системы (рис. 2) интерфейса OPC (OLE for Process Control), предназначенного для обмена данными между приложениями АСУ ТП, позволяет расширять возможности системы путем использования различных специализированных компонентов. Широкие возможности для этого предоставляет пакет GENESIS32 фирмы Iconics, основной идеей которого является именно компонентное построение АСУ.

Другой характерной чертой программного обеспечения системы является возможность конфигурирования всего и вся, что безусловно основано на идеях объектного программирования. Другими словами, если в предыдущих версиях наших программ основная доля свойств и характеристик определялась кодом программ и лишь относительно небольшая часть была доступна для настройки, то теперь ситуация обратная: без изменения кода системы для нефтедобычи можно превратить в систему управления птицефабрикой! Для этого достаточно создать шаблоны

свойств новых объектов и шаблоны графического представления объектов, и дальнейшее конфигурирование системы сведется к «размножению» объектов. Самым важным является то, что эти настройки может осуществлять не программист, а конечный пользователь, которому подчас проще сделать это самому, чем формализовать задачу для программиста. Ориентация на потребности конечного пользователя особенно наглядно проявляется при внесении изменений в графическое представление конкретного объекта, для чего используется компонент разработки и визуализации мнемосхем GraphWorX32 пакета GENESIS32: интуитивно понятный интерфейс позволяет пользователю легко менять цвета, добавлять элементы, вставлять фотографии, визуализировать состояние свойств данного объекта.

### Контроллеры

На уровне технологического объекта может применяться любой контроллер, поддерживающий протокол пакетной передачи данных PTM-64 по COM-порту. Могут быть использованы контроллеры ADAM-5510 фирмы Advantech, RTU188 или RTU186 фирмы Fastwel, микроконтроллеры серии 6000 фирмы Octagon Systems, гибко комплектуемые платами ввода-вывода с учетом особенностей конкретного технологического объекта. В сфере нефтедобычи наиболее полно система проявит свои достоинства при использовании специализированного контроллера «Мега». Отличительные характеристики контроллера «Мега»:

- защита и оптоизоляция входов-выходов;
- индикация состояния дискретных входов-выходов;
- удобные разъемы для быстрой замены контроллера;
- встроенный модем для обеспечения пакетной радио- и проводной связи;
- быстродействующий процессор, одновре-

менно выполняющий функции локальной автоматики и пакетного обмена данными;

- большой объем памяти, позволяющий «защитить» в контроллер все объектовые алгоритмы и конфигурировать его дистанционно с учетом особенностей любого оборудования;
- качество и надежность, определяемые серийным производством контроллеров.

Кроме того, каждый контроллер в фоновом режиме выполняет функции ретранслятора.

Контроллеры устанавливаются на объекте в составе контролируемого пункта (рис. 3), который собирается из таких хорошо зарекомендовавших себя в полевых условиях стандартных элементов, как герметичный шкаф серии CONCEPTLINE фирмы Schroff, импульсные источники питания серий NAL и LPS фирмы Artesyn, барьеры искробезопасности фирмы Pepperl+Fuchs, клеммы Wago, герметичные кабельные вводы RST.

### Связь

Вопрос связи в системе решается с помощью открытого протокола пакетной передачи PTM-64, позволяющего

осуществлять гибкую маршрутизацию и ретрансляцию пакетов данных в различных каналах связи. Данный протокол, с одной стороны, достаточно прост, чтобы реализовать его поддержку практически в любом контроллере, с другой стороны, возможности этого протокола позволяют построить такую сложную гибридную сеть, как, например, сеть последовательной связи RS-485 — радиосвязь дальнего действия — выделенная линия — радиосвязь ближнего действия — RS-232. Это позволяет преодолевать расстояния и обходить горы.

Кроме того, данный протокол допускает использование любых других модемов, имеющих прозрачный (безадресный) режим работы и интерфейс RS-232/485 [1].

### Управление работой контроллеров

Управление сетью контроллеров осуществляется компьютером диспетчерского пункта, в качестве которого используется компьютер промышленного назначения на базе шасси IPC-6908 или IPC-610 (Advantech), установленный в 19" стойку серии PRO-LINE фирмы Schroff. Интерфейс с контроллером связи обеспечивается применением специализированных плат последовательной передачи данных PCI-1602.

Менеджер опроса контроллеров «РОТОР» отвечает за опрос и настройку контроллеров (рис. 4). Известно, что распределенные системы весьма критичны к принципам построения опроса контроллеров, и если опрос осуществляется по жесткой циклограмме, то такая система оказывается весьма неудобной в эксплуатации, так как происходят значительные задержки по времени в поступлении новой информации и в выдаче управляющих воздействий. Поэтому в «РОТОРЕ» опрос осуществляется несколькими асинхронными потоками, на фоне которых выполняются внеочередные разовые команды по запросу срочной информации и передаче инструкций управления. Принятая информация преобразуется в стандартный вид (интерфейс OPC) с помощью OPC-сервера контроллеров.

«РОТОР» является средством специалиста цеха автоматизации производства для работы с контроллерами. Дистанционно можно проконтролировать все режимы работы и настройки кон-



Рис. 3. Контроллер «Мега» в составе оборудования контролируемого пункта ГЗУ

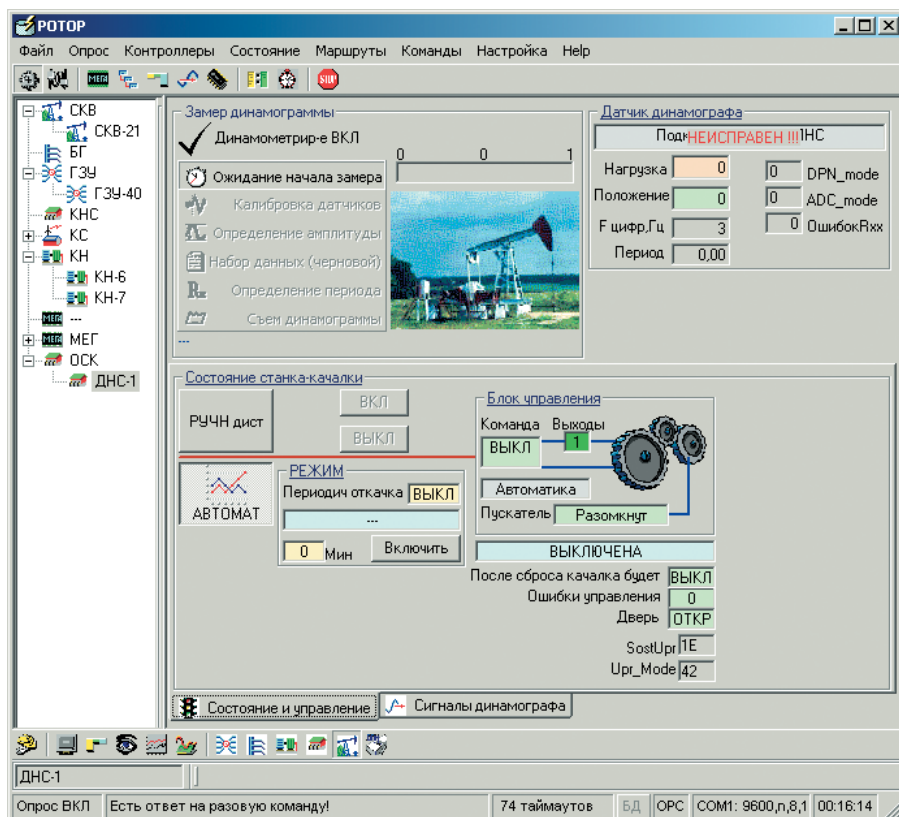


Рис. 4. Окно менеджера опроса контроллеров

троллера, а также менять их при наличии допуска (пароля).

### Управление работой технологических объектов

Сервер управления объектами осуществляет обработку данных от контроллеров, выполняет необходимые вычисления, обновление вычисляемых и расчетных свойств объектов, контроль выхода значений параметров за технологические и аварийные пределы, обеспечение аварийной сигнализации, а также предоставляет данные в стандартном виде (интерфейс ОРС) всем клиентам и производит обновление внешней серверной базы данных информацией о текущих значениях свойств объектов. В корпоративной компьютерной сети предприятия сервер виден как один из компьютеров, в котором есть несколько ОРС-серверов данных. Территориально сервер может располагаться на любом компьютере сети.

Основная идея сервера: на входе — информация из разных источников (ОРС-теги, поля базы данных, константы, переменные, вычисляемые параметры), на выходе — свойства объектов.

Математика сервера обеспечивает масштабируемость свойств объектов.

То есть, если какое-то свойство подчиненного объекта является суммируемым, то у соответствующего ведущего

объекта появится аналогичное свойство, в котором будут суммироваться текущие значения этих свойств подчиненных объектов. Благодаря такой особенности можно легко воспроизвести многоуровневую иерархию предприятия.

Программа настройки объектов позволяет настроить сервер объектов для конкретного проекта автоматизации. Пользователь получает в свое распоряжение своеобразный конструктор, позволяющий автоматизировать объекты различной природы, применяющиеся в разных областях.

Для хранения данных используется серверная база данных, которая позволяет автоматизировать как небольшие, так и крупные объекты.

### Рабочие места специалистов и диспетчеров

В общем случае рабочее место специалиста оснащается стандартным SCADA-пакетом, в среде которого сформированы экраны визуализации. На этих экранах присутствует только необходимая для конкретного специалиста информация. Может быть использовано любое программное обеспечение визуализации и диспетчерско-



Помещение диспетчерской

го управления, построенное в среде стандартных пакетов HMI (Human-Machine Interface) или SCADA-пакетов, таких как GENESIS32 (Iconics), WinCC (Siemens) и т.д.

Учитывая, что фирма Iconics предоставляет возможность бесплатного использования русифицированной среды разработки GENESIS32, можно оснастить этим пакетом каждое рабочее место, предоставив специалисту самому разработать для себя необходимый экран визуализации.

Отдельное приложение выполняет функции рабочего места диспетчера (АРМ «Диспетчер»), где осуществляется визуализация текущего состояния технологического процесса, вывод аварийных и информационных сообщений и откуда удобно управлять параметрами всего процесса (рис. 5).

Для решения этих задач на уровне диспетчерского контроля также возможно использование стандартного HMI-пакета. Однако такой подход не лишен недостатков, основным из которых является необходимость подготовки большого количества экранных кадров для каждого конкретного промысла. А если учесть, что в условиях непрерывного процесса реконструкции и модернизации оборудования кому-то придется регулярно вносить исправления в экранные кадры, то становится ясно, что эксплуатировать такую систему будет сложно, а её тиражирование для разных промыслов практически невозможно.

Таким образом, специфика иерархии объектов нефтедобывающего промысла заставила нас разработать собственное приложение, обеспечивающее работу с базой данных объектов. Визуализация же объектов в АРМ «Диспетчер» осуществляется стандартным компонентом GraphWorx32

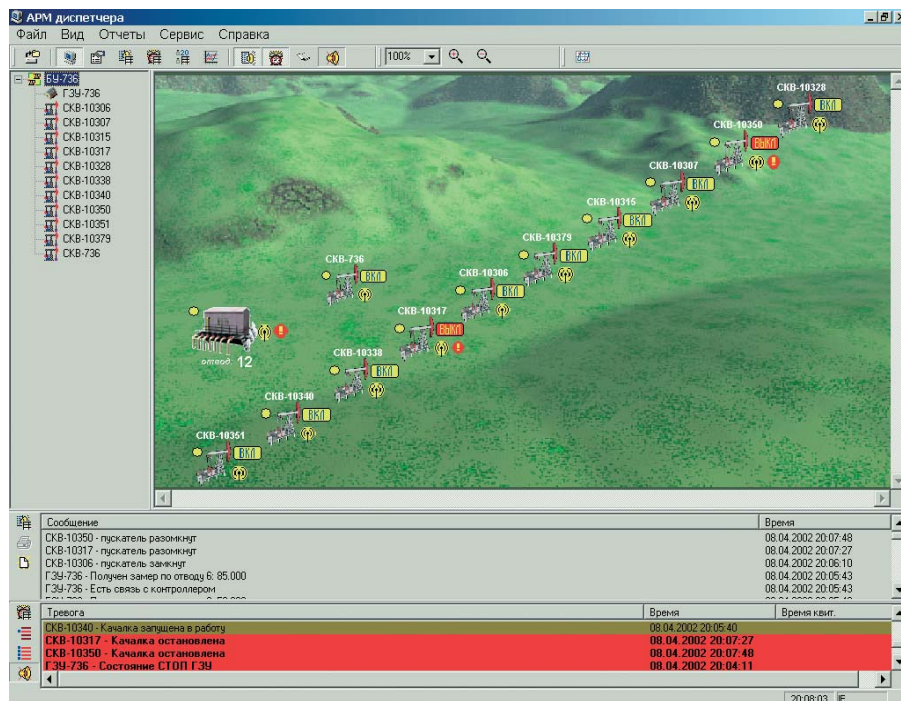


Рис. 5. Пример экрана визуализации АРМ диспетчера системы управления

пакета GENESIS32. Такое решение обеспечивает высочайшее качество визуализации, а также позволяет тиражировать систему для разных промыслов без исправления каких-либо исходных кодов или экранных кадров. Все настройки делаются из среды самой системы, за исключением шаблонов экранных кадров новых нетиповых объектов, формируемых в среде GraphWorx32.

### Возможности системы

Комплексное решение технических проблем позволило создать систему управления, которая предоставляет нефтяникам широчайшие возможности по оптимизации производственного процесса. Приведем некоторые из них:

- автоматический расчет суточного дебита скважины с учетом простоев и остановов позволяет получать четкую информацию о потерях в добыче и их причинах;
- суммирование дебитов и расходов по кустам, бригадам, цехам, промыслам позволяет автоматически контролировать баланс жидкости, а в случае отклонений выдавать аварийные сообщения;
- расчет неисправностей насосного оборудования по динамограммам позволяет прогнозировать очередность ремонтных и профилактических работ на скважинах, формировать список аварийных скважин, оптимизировать работу оборудования скважин в целом (рис. 6);

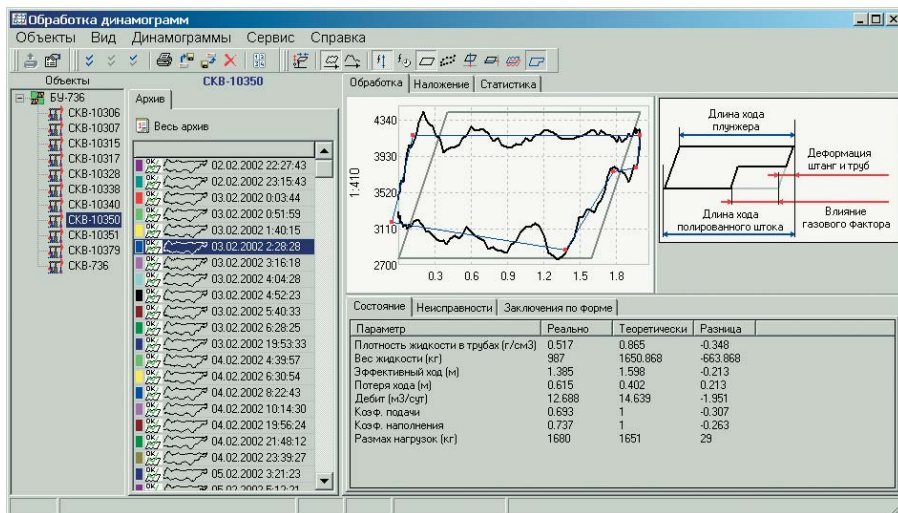


Рис. 6. Окно обработки динамограмм

- вычисление дебита по динамограммам с учетом газового фактора позволяет осуществлять текущий контроль добычи без замеров дебита прямыми методами;
- определение срыва подачи насоса по форме динамограммы позволяет эксплуатировать малодебитные скважины в оптимальном экономичном режиме с остановками на накопление;
- управление работой фонда скважин может быть организовано гибко, в соответствии с различными условиями.

Это лишь краткий перечень, иллюстрирующий возможности автоматического вычисления производных параметров. Встроенный редактор выражений позволяет пользователям самим создавать новые формулы, развивая и наращивая прикладную эффективность системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что данная система не является законченным продуктом, решающим максимальное количество задач конечного пользователя. Напротив, это открытая система, конструктор. Это технология, позволяющая пользователю без написания программ построить свою систему!

Авторы надеются, что пример технических решений, использованных специалистами нашей фирмы для преодоления характерных сложностей создания распределённых систем управления, поможет разработчикам систем АСУ ТП шире применять стандартные компоненты, сконцентрироваться на решении конечной задачи заказчика.

*Авторы выражают особую благодарность специалистам НГДУ «Чекмагуш-Нефть» и «Октябрьск-Нефть» за энтузиазм, науку и долготерпение при освоении новой техники, за активную позицию в жизни. То, что система «Мега» приобрела готовый к эксплуатации вид, во многом их заслуга! ●*

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. Дудников, М. Газизов, Д. Набиев, Т. Нугманов. Управление объектами нефтяного месторождения с использованием комбинированных каналов связи. — «СТА». — 2000. — № 2.

**Авторы — сотрудники**

**НПФ «Интек»**

**Телефон: (3472) 77-4841**

**Факс: (3472) 35-3769**