

П.А. Бельшев, А.В. Маслюк (ООО "Лаборатория автоматизированных систем (АС)").

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДИСПЕТЧЕРСКИЙ КОМПЛЕКС НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) является сложной системой, состоящей из ряда подразделений, от четкого и согласованного взаимодействия которых зависит выпуск продукта соответствующего качества. Инструментом, который позволяет организовать взаимодействие подразделений, отслеживать производство продукта на каждом этапе, при этом иметь полную картину процесса, является диспетчерский контроль.

Автоматизированный диспетчерский контроль позволяет диспетчерской службе (ДС) не заниматься рутинной работой, связанной с ручным вводом данных, расчетами, телефонными переговорами; берет на себя часть аналитической деятельности; своевременно предоставляет актуальную информацию. В результате сотрудники ДС могут сосредоточиться на принятии решений, имея точные оперативные, расчетные и исторические данные.

Рассматриваемый комплекс автоматизированного диспетчерского контроля (АДК) выполняет задачу как локальной автоматизации подразделений предприятия, так и комплексной автоматизации предприятия в целом [1].

### Назначение

Комплекс АДК НПЗ является диспетчерской системой крупного промышленного предприятия, охватывающей все уровни организации этого предприятия. Данный комплекс предназначен для автоматизации подразделений (цехов), таких, как: резервуарный парк, химическая лаборатория, диспетчерские службы, метрологические службы и др., объединения этих локальных систем посредством единого хранилища данных – базы данных реального времени (БДРВ).

Комплекс АДК обеспечивает автоматизацию процесса сбора, обработки, накопления, хранения и отображения данных, полученных при проведении товарно-сырьевых операций, таких, как: прием сырья и передача его на обработку, прием готовой продукции и полуфабрикатов (компонентов) из обработки, смешение нефтепродуктов для получения товарной продукции и исправление некондиции, отгрузка готовой товарной продукции.

В результате диспетчерская служба контролирует производство продукции на любой стадии, придерживаясь общего алгоритма, а руководство и

главные специалисты предприятия посредством своих автоматизированных рабочих мест (АРМ) получают данные из БДРВ в виде экранных форм, трендов и отчетов, причем руководитель может получить не только «Отчет руководителя», но и данные с нижнего уровня, например, текущее состояние конкретного резервуара.

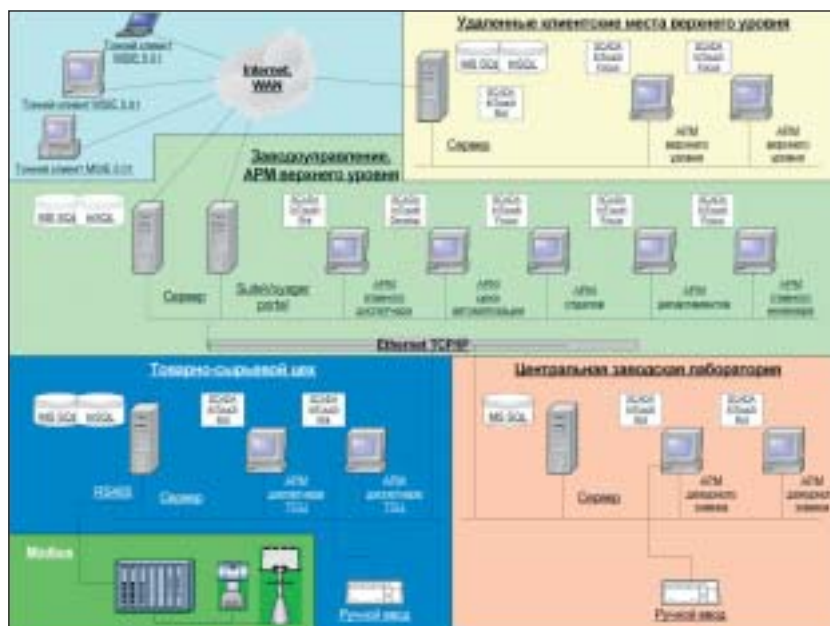
### Описание

Данный комплекс АДК представляет собой многоуровневую систему (рис. 1). Нижний уровень комплекса представлен датчиками и контроллерами, в данном случае фирмы Fisher-Rosemount (здесь и далее указаны особенности конкретной реализации данного комплекса). Ими был оснащен резервуарный парк товарно-сырьевого цеха (ТСЦ), который является главным источником первичной информации.

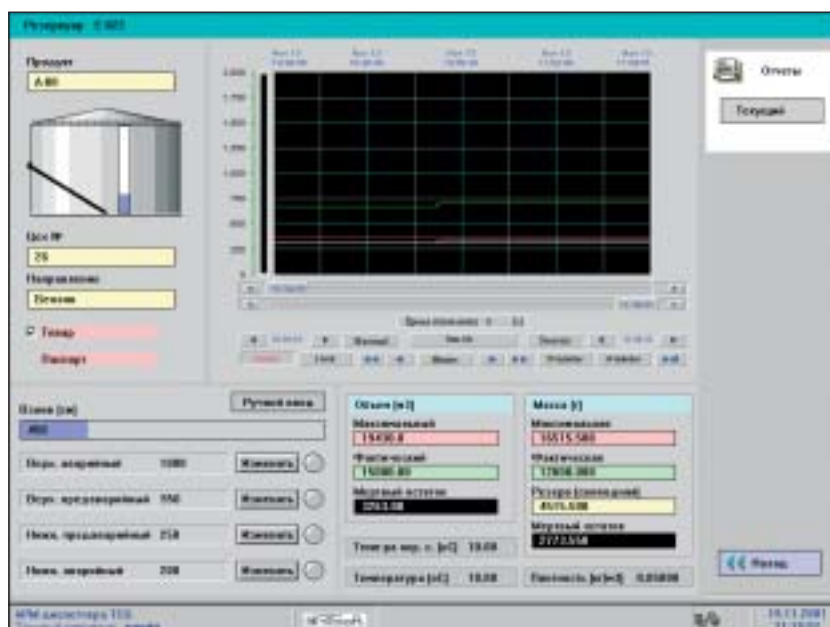
Далее через физический интерфейс RS-485 и транспортный протокол Modbus первичные данные поступают на следующий уровень – технологический сервер ТСЦ, который организован на БДРВ IndustrialSQL Server. Сервер ТСЦ, являясь хранилищем данных,

также содержит следующее: математические алгоритмы и формулы для преобразования первичных данных, метрологические таблицы и характеристики резервуаров, аварийные установки и другую необходимую информацию. С помощью SQL верхнего уровня технологический сервер ТСЦ связан с сервером химической лаборатории, который представляет собой СУБД MS SQL Server, причем химическая лаборатория удалена от ТСЦ на несколько километров. Сервер химической лаборатории содержит данные о химических анализах объектов деятельности различного сырья, компонентов, продукции, с которыми работает предприятие; также на сервере хранится нормативная документация на сырье и продукцию, а также формы соответствия (паспорта) сырья и продукции. Взаимодействуя между собой, серверы ТСЦ и химической лаборатории дополняют друг друга, позволяя тем самым получить пользователю АДК полную информацию об объекте деятельности предприятия.

Комплекс содержит сервер центральной диспетчерской (ЦД), он, так же как и сервер ТСЦ, основан на БДРВ IndustrialSQL Server. Сервер ЦД получает данные с технологического сер-



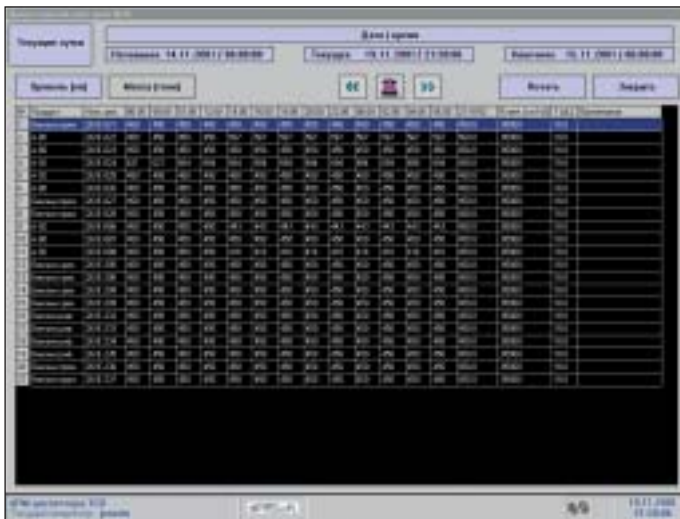
**Рис. 1**  
Общая структура комплекса автоматизированного диспетчерского контроля нефтеперерабатывающего завода



**Рис. 2**  
Информация о состоянии конкретного резервуара



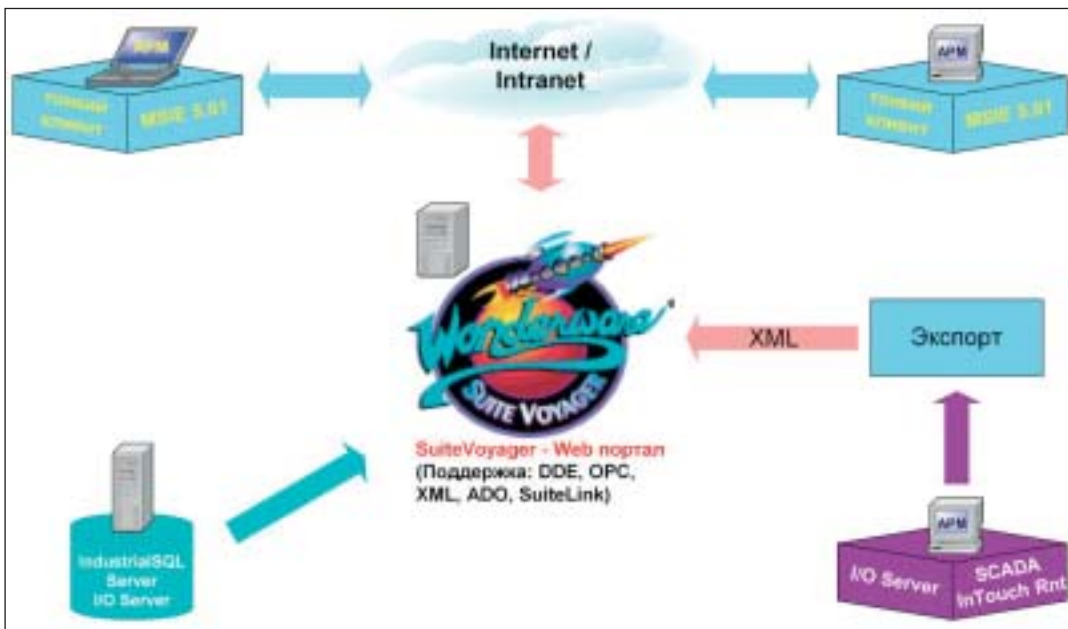
**Рис. 3**  
Оперативные данные по группе резервуаров



**Рис. 4**  
Двухчасовые срезы по группе продуктов



**Рис. 5**  
Форма проведения паспортизации АРМ дежурного химика ЦЗЛ



**Рис. 6**  
Использование информационного портала SuiteVoyager



**Рис. 7**



**Рис. 8**

вера ТСЦ по протоколу SuiteLink и предоставляет их на верхний уровень, на автоматизированные рабочие места (АРМ) главных специалистов предприятия и руководства. Серверы же ТСЦ и химической лаборатории предоставляют данные для цеховых АРМ: диспетчеров, дежурных химиков и операторов. Сервер ЦД разгружает технологический сервер ТСЦ, принимая на себя часть клиентов (АРМ), а также служит сервером резервирования данных. В зависимости от потока данных, количества клиентов, качественных и количественных показателей локальной сети предприятия и некоторых других факторов сервер ЦД может быть упразднен (экономный вариант), в этом случае вся нагрузка ляжет на технологический сервер ТСЦ.

## Автоматизированные рабочие места

Как упоминалось выше, верхний уровень АДК представляет собой группу АРМ, которые можно классифицировать как АРМ нижнего уровня (диспетчеров, операторов, дежурных химиков) и АРМ верхнего уровня (главных специалистов предприятия и руководство). Все АРМ выполнены на SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) InTouch фирмы Wonderware, но в зависимости от предназначения АРМ лицензии для их использования различны, а следовательно, различна и функциональность каждой группы АРМ.

АРМ диспетчера ТСЦ первым получает оперативные данные о состоянии резервуарного парка, здесь же происходит расчет вторичных параметров. Диспетчеры и операторы ТСЦ могут контролировать как конкретный резервуар, так и группу резервуаров, причем данные могут быть предоставлены в виде экранных форм, трендов и отчетных таблиц – примеры отображения данных показаны на рис. 2-4.

АРМ дежурного химика центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) тесно взаимодействует с АРМ диспетчера ТСЦ. Из ТСЦ отправляют запросы на соответствие поступившего сырья нормативам, на паспортизацию готового продукта. После проведения необходимых анализов из ЦЗЛ возвращают результат о соответствии сырья

нормам, паспорт или некондицию на продукт (рис. 5).

Обособленные положение занимают АРМы подразделений отдела АСУ предприятия, посредством которого обученные специалисты предприятия могут вносить доработки в комплекс АДК.

## АРМ верхнего уровня и «тонкие клиенты»

Важной особенностью АРМ верхних уровней является то, что для пользователя высшего по иерархии уровня, наряду со своей глобальной информацией, доступна информация диспетчерского и операторского уровня, т.е. руководитель предприятия может получить не только «Отчет руководителя», но и «Отчет диспетчера ТСЦ».

Комплекс АДК позволяет получать данные реального времени удаленным клиентам верхнего уровня, например, руководителям и специалистам в другом городе. Эта возможность реализована тремя способами. Первый способ является достаточно ресурсоемким в плане числа лицензий и загрузки сети: в зависимости от количества пользователей надо установить необходимое количество АРМ верхнего уровня и посредством корпоративной сети получать данные напрямую с сервера ЦД или технологического сервера ТСЦ. Второй способ — организовать собственный сервер, аналогичный серверу ЦД, и получать данные с него. Третий способ — организовать информационный портал, позволяющий подключать так называемых «тонких клиентов» (не требуется установка дополнительного ПО, лицензий, не требуются большие вычислительные ресурсы).

Третий способ (рис. 6) реализован благодаря использованию в комплексе АДК продукта SuiteVoyager, который представляет собой специальную среду разработки, позволяющую, не имея особых навыков, создать собственный информационный портал. Портал – это Web-сайт, который обеспечивает пути доступа информации по определенным темам [2]. SuiteVoyager является относительно простым Internet/Intranet решением,

позволяющим получать технологическую информацию удобным способом локальным и удаленным «тонким клиентам». Традиционно передача графической информации требует доставки файлов большого размера и длительных периодов времени для загрузки. SuiteVoyager нарушает эту традицию, он предоставляет интерактивные HTML-страницы, преобразуя существующие графические окна (экранные формы) InTouch в XML (eXtensible Markup Language). Использование XML-технологии уменьшает объем передаваемой между клиентом и сервером информации почти на 80%. Можно сделать следующий вывод: SuiteVoyager позволяет удаленным и локальным пользователям («тонким клиентам») получать технологические данные в виде экранных форм, аналогичных экранам форм АРМ, выполненным на SCADA InTouch, с серверов ввода/вывода. При этом сервером ввода/вывода может быть АРМ, на SCADA InTouch или БДРВ (сервер ЦД или технологический сервер ТСЦ), которые, используя MS Internet Explorer, работают через Internet/Intranet без установки SCADA InTouch. Это позволяет значительно сократить расходы на дорогостоящее лицензионное ПО.

## Средства разработки

Для разработки комплекса АДК использовались программные продукты фирм Wonderware и Microsoft. Серверы выполнены на БДРВ IndustrialSQL Server и СУБД MS SQL Server. АРМ выполнены на SCADA InTouch, а для организации удаленных АРМ использован SuiteVoyager.

Особое внимание следует уделить программному обеспечению, которое было разработано непосредственно фирмой «Лаборатория автоматизированных систем (АС)» для полноценной реализации комплекса.

При создании прикладных интерфейсов пользователя для данного комплекса возникла проблема создания элементов интерфейса, насыщенных разнородной информацией. Далеко не всегда возможно удачно решить такую проблему штатными средствами SCADA-системы.

Задачи такого рода решаются либо существенным усложнением пользовательских приложений, связанным с переработкой интерфейса под существующие возможности, либо поиском способов стандартного внедрения в среду разработки оригинальных компонентов.

В результате применения второго подхода при разработке комплекса АДК возник пакет, содержащий компоненты, реализованные на базе методов и средств, интегрирующие в себе опыт «Лаборатории автоматизированных систем (АС)» по реализации сходных проектов. Компоненты дополнены и формализованы до универсального вида, позволяющего использовать их в системах различного назначения.

Пакет представляет собой ActiveX-модуль, содержащий в себе ряд интерфейсных компонентов. Технология ActiveX была выбрана по причине ее широкой поддержки большинством SCADA-систем, работающих под управлением Windows. Пакет является относительно новым, продолжает интенсивно развиваться и дополняться.

Первым и основным компонентом пакета является усовершенствованный табличный компонент [3].

Таблица, поддерживаемая компонентом, может содержать произвольное число строк и столбцов с текстом, обеспечивает отображение заголовочной части любого вида, а также прокрутку большой таблицы, не вмещающейся в окно требуемых размеров. Один из возможных видов компонента на форме в SCADA-системе показан на рис. 5.

Далеко не все компоненты предоставляют возможность полностью перенастроить свое цветовое решение. Данный компонент обеспечивает подбор цвета для всех своих элементов, что в некоторых реализациях является важным моментом (например, при проектировании АРМов, заменяющих АРМ АСУ предыдущего поколения на рабочих местах операторов, одним из требований было воспроизведение старой цветовой гаммы в новом интерфейсе (рис. 4). Цвета можно изменять как на этапе проектирования системы, так и в процессе ее работы программным способом.

Для повышения наглядности выводимой информации предусмотрена возможность сопровождения данных в ячейках мнемоническими изображениями (пиктограммами), отражающими состояние объекта, его элемента либо качественное значение параметра.

Кроме работы в режиме таблицы, компонент поддерживает специальные режимы. Режимы переключаются специальным свойством компонента.

Одним из режимов является режим форматирования структурированного формуляра параметров для ввода результатов (рис. 7). После записи исходных данных в невидимые ячейки и вызова специального метода компонента происходит форматирование исходных данных. Далее пользователь имеет возможность ввести фактические значения параметров, при этом производится автоматический контроль вводимого значения на допустимость и на соответствие норме. Некорректный ввод игнорируется, значения, не укладывающиеся в нормы, выделяются цветом, для перечислимых типов применяется выбор значения из списка. О завершении ввода данных и о соответствии всех параметров нормам можно узнать с помощью соответствующего свойства компонента.

Штатные средства большинства SCADA-систем, в том числе и InTouch, допускают передачу только одного элемента за одну операцию ввода/вывода по протоколу DDE. Обычно этого достаточно, но при передаче таблицы даже среднего размера (порядка 20...30 строк) из-за этого могут возникать существенные задержки даже на системах, в полной мере соответствующих требованиям как самой SCADA-системы, так и Microsoft Office. В данном компоненте реализован механизм пакетной передачи фрагмента таблицы, либо таблицы целиком, в Microsoft Excel по протоколу DDE за одно соединение, что многократно повышает скорость передачи информации.

Вторым компонентом пакета является компонент графического представления параметра с дополнительными возможностями (рис. 8). Компонент дает возможность отобразить текущее

значение параметра в виде столбца. В отличие от стандартных элементов, данный компонент позволяет отобразить дополнительно либо критическое значение параметра, либо значение второго параметра. Как и у предыдущего компонента, все используемые цвета могут быть переопределены во время работы системы, например для отражения одним и тем же элементом различных параметров в разных ситуациях использования одной и той же формы. Поверх столбца может быть наложено маскирующее изображение объекта. Столбец может быть сконфигурирован для указания значений как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении в любую сторону.

Пакет расширения сконфигурирован для автоматизированной установки и удаления, а также имеет в составе подробную систему контекстной помощи с описанием всех свойств и методов компонентов.

## Выводы

Комплекс АДК осуществляет:

**сбор в реальном времени, обработку, контроль и ведение журнала аварийных ситуаций, хранение и архивирование, возникающие в результате товарно-сырьевых операций, поступающих с нижнего уровня (датчики, контроллеры и т.п.) на технологический сервер (БДРВ);**

**визуализацию данных в виде экранных форм, трендов, отчетов на АРМ;**

**оперативный и диспетчерский контроль данных на технологических АРМ;**

**проверку по нормативной документации показателей качества объекта деятельности предприятия;**

**учет приходящего сырья и полученного продукта;**

**предоставление интересующих данных в виде экранных форм, трендов и масштабируемых отчетов для главных специалистов и руководителей предприятия;**

**предоставление оперативных и архивных данных удаленным клиентам;**

В результате применения комплекса АДК были выделены следующие достоинства:

повышение достоверности, полноты и своевременности предоставления информации для принятия оперативных решений по управлению производством;

минимизация дублирования ручных операций по вводу и обработке информации;

автоматизация коммуникаций (передачи) информации между пользователями комплекса;

снижение доли бумажно-курьерского и телефонного обмена информацией между подразделениями предприятия;

интеграция систем АСУТП производственных цехов на уровне центральной диспетчерской предприятия;

создание единого банка данных оперативной информации с целью доступа к ней на основе стандартных интерфейсов различных при-

кладных систем, существующих в данное время или планируемых к запуску в будущем;

возможность дальнейшего развития и актуализации комплекса;

использование новейших информационных технологий для создания целостной системы сбора, обработки и выдачи данных как локальным, так и удаленным пользователям;

снижение трудоемкости производственного и управленческого персонала при выполнении информационных работ;

снижение трудоемкости при использовании данных комплекса персоналом смежных систем (пользователей информации), вследствие подготовки данных смежных подсистем, для анализа и планирования производства;

повышение эффективности управления предприятием и отдельных его структурных подразделений на основе повышения качества информации.

Решения, описанные в данной статье, получены в ходе выполнения конкретного проекта по разработке автоматизированного диспетчерского комплекса нефтеперерабатывающего завода, но при этом являются достаточно общими и могут быть непосредственно использованы при реализации ряда проектов в самых разнообразных отраслях.

**Литература.**

1. Перцовский М.И., Бельшев П.А. Комплексная автоматизация учета и контроля ресурсов нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего предприятий // Территория «Нефтегаз», №6, 2002, с.8-13.
2. Синенко О.В., Куцевич Н.А., Леньшин В.Н. Современные технологии и информационное обеспечение в задачах интеграции промышленных предприятий. «Мир компьютерной автоматизации», №3, 2001, с. 4-11.
3. Маслюк А.В. АС Report расширяет SCADA-системы возможностями представления отчетов и данных разнородной структуры // Мир компьютерной автоматизации. 2003. №1, с.70-72.

**Комплексная автоматизация технологических процессов нефтяных и газовых предприятий**

Руководитель корпорации

Internet

WEB портал

Корпоративная сеть

Центральный сервер

АРМ руководителя

АРМ главного инженера

АРМ главного технолога

Локальная сеть заводского управления

Рабочие станции операторов

Технологический сервер АСУТП

Локальная сеть цеха

Системы управления технологическими процессами

Контроллеры

Датчики и исполнительные устройства

**Лаборатория автоматизированных систем (АС)**  
 Телефон: (095) 730-36-32    <http://www.actech.ru>    E-mail: [office@actech.ru](mailto:office@actech.ru)