

УДК 62-519

В. Н. Астапов

ФГБОУВПО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: asta-2009@mail.ru

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТИПОВОЙ АСУ НАЛИВА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ (АСУН)

Ключевые слова: цифровая технология, автоматизированная система налива, нефтепродукт, нефтебаза, программируемый микроконтроллер, комплекс технических средств, SCADA-система.

Настоящая статья посвящена разработке и исследованию цифровой технологии типовой АСУ налива светлых нефтепродуктов (АСУН). Внедрение различных информационных технологий во все сферы жизни в том числе и в сегмент сбыта нефтепродуктов и клиент, и компания получают ощутимые преимущества – комфортное обслуживание, дополнительный сервис, маркетинговую информацию, высокую конкурентоспособность. Таким образом большинству современных нефтебаз требуется тотальная автоматизация процесса работы, причем в первую очередь это затрагивает учет нефтепродуктов и управление сферой логистики.

При этом система управления нефтебазой направлена на осуществление следующих целей. Система контроля и управления распределением и хранением светлых нефтепродуктов координирует потоки нефтепродуктов на входе и выходе нефтебазы. Эти функции включают измерение реологических и технологических характеристик нефтепродуктов. Управление операциями, связанными с автотранспортом (водным транспортом: налив и прием из танкеров). Управление (если есть) перевалочными базами. Для решения данных задач предлагается применить программируемый контроллер фирмы «Allen-Bradley» серии SLC-500.

Также сбор данных из соответствующих источников. Формирование банков данных и учетной документации. На основе анализа практического опыта реконструкции на аналогичных предприятиях предлагаются для автоматизации нефтебазы наиболее оптимальные компоненты системы АСУН, на основе которых разработана SCADA-система с использованием отечественного программного комплекса Trace Mode.

Анализ показывает, что интеграция информационных потоков на базе SCADA – систем является, по сути, основой обеспечения высоких экономических показателей в работе нефтебаз.

Введение

Запрос на информацию и информационные услуги обеспечивает развитие, распространение и все более эффективное использование цифровых технологий. Под влиянием новых информационных технологий происходят коренные изменения в технологии управления, а именно, автоматизируются процессы обоснования и принятия решений, автоматизируется организация их выполнения, повышается квалификация и профессионализм специалистов, занятых управленческой деятельностью [1].

Проникновение во все сферы жизни информационных технологий, не оставило в стороне от этой тенденции и сегмент нефтепродуктового сбыта. Причем это касается и внешнего интерфейса, направленного на потребителя, и внутрен-

ней инфраструктуры нефтебазы. Благодаря внедрению различных информационных технологий и клиент, и компания получают ощутимые преимущества – комфортное обслуживание, дополнительный сервис, маркетинговую информацию, высокую конкурентоспособность [2].

Большинству современных нефтебаз требуется тотальная автоматизация процесса работы, причем в первую очередь это затрагивает учет нефтепродуктов и управление сферой логистики. При этом те способы и приемы, которые использовались ранее, уже теряют свою актуальность, так как, во-первых, отличаются узкоспециализированным характером, а во-вторых, по причине узкой специализации делают весьма сложным технологический процесс внедрения различных управленческих механизмов.

Сегодня существует оптимальное решение проблемы – система управления нефтебазой, с помощью которой можно провести автоматизацию всего технологического процесса работы нефтебазы, решать вопросы логистики и управлять работой персонала. При этом система управления нефтебазой направлена на осуществление следующих целей.

Система контроля и управления распределением и хранением светлых нефтепродуктов координирует потоки нефтепродуктов на входе и выходе нефтебазы.

Эти функции включают измерение объема и температуры топлива поступающего с вагонов и цистерн в резервуары, управление трубопроводами (задвигками) насосами, регулируемые клапанами, измерение расходов в объемном выражении с последующим определением массы. Учет хранимого топлива в объемном и массовом выражении, управление процессом налива в автоцистерны (предварительно выбрав исполнительные средства налива).

Управление операциями, связанными с автотранспортом (водным транспортом: налив и прием из танкеров). Управление (если есть) перевалочными базами.

Также сбор данных из соответствующих источников. Формирование банков данных и учетной документации (накладные, или другие сопроводительные документы).

Автоматизация документооборота на нефтебазе, обнаружение ошибок, сбоев, неисправностей и документирование любого события в системе. Ручную блокировку любого автоматического действия системы. Настоящая

разработка проведена на основании следующих документов и информационных материалов [3, 4].

На основе анализа практического опыта реконструкции на аналогичных предприятиях предлагаются для автоматизации нефтебазы (рисунок) наиболее оптимальные компоненты системы АСУН, на основе которых разработана SCADA-система с использованием отечественного программного комплекса Trace Mode,

Основные компоненты системы АСУН:

- система управления приемом и распределением нефтепродуктов по резервуарам;
- система управления отгрузкой (топливно-раздаточными колонками (ТРК));
- система определения маршрута потока;
- система формирования и выпуска учетной документации (накладных и т. д.);
- система банков данных и НСИ;
- система «сетевой администратор».

Эти системы работают взаимосвязано и должны создавать условия для высокой эксплуатационной безопасности системы.

Комплекс технических средств

Для решения данных задач предлагается применить программируемый контроллер фирмы «Allen-Bradley» серии SLC-500 [5].

В состав гаммы модульных SLC-500 входит четыре модификации процессоров, 25 типов модулей входов/выходов, специальные модули, 4 типоразмера шасси для установки модулей (4, 7, 10, 13 мест).



Структурная схема современной нефтебазы

Процессоры SLC-500 имеют мощную систему команд, в том числе логические и математические функции, PID-функцию, обработку прерываний, структурирование, обработку сообщений, индексную адресацию, обработку данных и работу с файлами, организацию подпрограмм.

Контроллеры SLC-500 могут объединяться промышленной локальной сетью ДН-485. Количество объединяемых контроллеров до 32. К ДН-485 могут подключаться персональные компьютеры.

Процессоры серии SLC-500 работают с модулями серии 1746

В состав гаммы модулей входов/выходов входят:

Дискретные модули:

– уровни сигналов ≈ 220 VAC, ≈ 110 VAC, 24 VDC, TTL.

Выходные модули позволяют коммутировать нагрузку до 2,5 А на канал. Количество каналов на модуле 4, 8, 16, 32. Все каналы имеют оптоэлектронную развязку.

Аналоговые модули:

– количество разрядов – 16 разрядов;
– уровень сигналов ± 10 V, ± 20 mA.

Имеется три типа модулей:

– 4-канальные входные;
– 4-канальные выходные;
– 2 аналоговых входа;
– 2 аналоговых выхода.

Четырех канальный модуль для обработки сигналов от термопар.

Модуль производит линеаризацию с учетом типа термопар, компенсацию температуры холодного спая и выдачу сигнала в градусах Цельсия ($^{\circ}$ C) и Фаренгейта ($^{\circ}$ F) или в мВ. Модуль имеет встроенный цифровой фильтр.

Четырех канальный модуль обработки сигналов от термосопротивлений.

Присоединение сигнальных проводов к модулям входов/выходов осуществляется с лицевой части модуля на съемный клемник. Монтаж проводов под винт.

К специальным модулям гаммы SLC-500 относятся модули:

– связи – 1747 – DCM, 1447 – DCN, 1747 – SN, 1447 – ASB;

– базового счетчика – 1746 HSCE;

– позиционирования – 1746 – HS IMC110.

Модуль быстрого счетчика позволяет вести счет импульсов с частотой до 50 кГц в режиме позиционирования и до 32 кГц в режиме измерения частоты. Модуль имеет физические выходы, которыми он может управлять, не обращаясь к процессору.

Модуль связи 1747-SN позволяет стыковать программируемые контроллеры SLC со всей гаммой периферийных устройств, подключаемых к магистрали Remote I/O link.

Для расширения возможностей программируемых контроллеров SLC-500 в их составе имеется модуль 1746 – BAS, программируемый на языке BASIC. Программирование модуля как с РС так и с ручного терминала ННТ. Программное обеспечение русифицировано [6].

Система сбора, обработки и визуализации данных «Control View»

«Control View» – система сбора, обработки, архивирования и отображения технологической информации и управления процессом. «Control View» – это модульный набор матобеспечения для РС, работающий в мультизадачном, мультиоконном режиме, обеспечивающий двунаправленную связь с программируемыми контроллерами для обработки информации от объектов управления и передачи управляющих заданий в программируемые контроллеры.

Система обеспечивает связь со всеми типами программируемых контроллеров Allen-Bradley. Объем базы данных Control View составляет 10000 данных для каждой рабочей станции.

Программирование ведется в диалоговом режиме. Для графических задач в составе Control View имеется графический редактор Mouse GRAFIX, а также можно импортировать графические файлы, разработанные на AUTO CAD. Для решения сложных прикладных задач Control View имеет встроенный инструментальный для программирования на языке С.

Модульность системы позволяет выбрать заказчику необходимый набор функций, а при необходимости легко дополнить возможности системы.

Система управления приемом и распределением нефтепродуктов по резервуарам

Данная система должна управлять последовательностью транспортных операций и в тоже время должна обладать достаточной гибкостью для оперативных изменений, связанных с переменчивостью конъюнктуры и потребностями нефтепродуктов.

Такая последовательность предусматривает подсоединение наливных устройств к автоцистернам (танкеру), обеспечение маршрута перекачки, включением соответствующих блокировок, контроль и считывание показаний измерительных приборов, открытие клапанов и задвижек на входе трубопровода, включение насосов, доведение расхода до требуемого. Перекачку, плавное прекращение подачи нефтепродукта, останов, отключение транспортной магистрали от резервуара, подготовку документации и завершение операции.

Система должна взаимодействовать со средствами контроля продуктов находящихся в трубопроводе. Устройство контроля продуктов представляет собой карту технологических трубопроводов, обслуживающих нефтебазу, на которой указано количество продукта в каждой линии, эти показатели подлежат контролю.

Для каждого продукта должен, предусмотрен индекс совместимости, показывающий, требуется ли в конкретном случае промывка трубопровода. Такие средства позволяют снизить долю транспортных операций ведущих к получению некондиционного продукта.

Система управления отгрузкой (топливо-раздаточными колонками)

Данная система предназначена для автоматизации процесса отпуска нефтепродуктов на автозаправочных станциях и станциях налива и позволяет управлять топливораздаточными колонками типа «НФРФ» и им подобными.

Система управления отгрузкой нефтепродуктов позволяет:

- производить отпуск нефтепродукта в соответствии с затребованным количеством и маркой нефтепродукта;
- фиксировать заданное количество нефтепродукта;

– печатать документ подтверждающий отпуск заданного количества нефтепродукта;

– производить оперативные корректировки отпуска нефтепродукта;

– производить настройку временных соотношений в работе запорных и насосных элементов позволяющую исключить гидравлические удары в трубопроводах.

Данная система должна взаимодействовать со средствами контроля продуктов, находящихся в трубопроводе.

Система определения маршрута потока

Система, которая однозначно определяет маршрут с помощью идентификационных признаков объектов (резервуаров, трубопроводов и т. д.). Важный принципиальный момент – отделение маршрута от собственно транспортирования.

Например, любая перекачка может осуществляться по любому маршруту, при этом должна быть обеспечена возможность срабатывания сигнализации ошибок.

Маршрутизатор работает совместно со средствами контроля продукта в линиях, и производят замену продукта на соответствующих участках.

Система формирования и выпуска учетной документации

Исходными данными для данной системы являются результаты работы систем управления приемом и распределением, а также отгрузкой нефтепродуктов.

Средства подготовки документации должны функционировать даже тогда, когда система работает в ручном режиме.

Система банков данных и НСИ

Даная система создается для конкретной нефтебазы. БД состоит из совокупности хранимых данных и комплекса средств, обеспечивающих накопление, обслуживание и использование данных в интересах пользователей.

В результате создания системы НСИ разрабатываются корпоративные регламенты ведения основных справочников, методики нормализации справочников, выполняется начальное наполнение справочников, используя современные программные средства ведения и актуализации справочников.

Система «сетевой администратор»

Информационная сеть состоит из следующих элементов;

- SCADA – система;
- линии связи с резервуарными средствами измерений (уровнемер, плотномер, датчик температуры и т. д.);
- линии связи с устройствами управления исполнительными органами;
- системы ручного ввода данных, действующей на неавтоматизированных уровнях;
- системы ручного ввода данных определяющие отсутствующие параметры состояния насосов, клапанов и задвижек, и т. д.;
- средств ручного ввода данных лабораторных исследований (марки нефтепродукта, качества и т. д.);
- линии связи с центральной ЭВМ.

Заключение

Программы межмодульной связи всегда были слабым местом АСУ налива нефтепродуктов с центральными ЭВМ, поэтому связным функциям прикладного программного обеспечения должно быть отдано при разработке предпочтение. Таким образом, интеграция информационных потоков является, по сути, основой обеспечения высоких экономических показателей в работе нефтебаз.

Задачи интеграции информационных потоков и призвано решать программное обеспечение SCADA, ориентированное на разработку и поддержание интерфейса между диспетчером/оператором и системой управления, а также на обеспечение взаимодействия с внешним миром.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Дружественность человеко-машинного интерфейса, предоставляемого SCADA – системами, полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность «рычагов» управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т. д. – повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении.

Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка систем управления, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку.

В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами).

TRACE MODE для Windows NT – это российский SCADA-продукт, разработанный фирмой AdAstra. С его помощью можно не только разрабатывать распределенные АРМ операторов технологического процесса, но и запрограммировать контроллеры, а также связать АСУН с корпоративной информационной системой предприятия и глобальной сетью Internet.

TRACE MODE позволяет создавать многоуровневые, иерархически организованные, резервированные АСУН. Рассмотрим трехуровневую систему, включающую уровень контроллеров, диспетчерский уровень и административный уровень.

АСУН уровня контроллеров создается на основе Микро-монитора реального времени (Микро-МРВ). Эта программа размещается в РС-контроллере и осуществляет сбор данных с объекта, программно-логическое управление технологическими процессами и регулирование параметров по различным законам, а также ведение локальных архивов. Программа ведет постоянный контроль работоспособности УСО, сетевых линий и в случае их выхода из строя автоматически переходит на резервные средства. При помощи Микро-МРВ можно создавать дублированные или троированные системы с горячим резервом.

Основу диспетчерского уровня управления составляют Мониторы реального времени (МРВ). МРВ TRACE MODE – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление технологическим процессом, перераспределение данных по локальной сети, визуализацию информации, расчет ТЭП и статистических функций, ведение архивов [7].

На административном уровне АСУН используются модули Supervisor. Supervisor предоставляет руководителю информацию о ходе и ретроспективе технологического процесса, статистических и технико-экономических параметрах предприятия. Эта информация может обновляться в режиме, близком к реальному времени. Кроме того, Supervisor дает возможность просматривать ретроспективу процесса. TRACE MODE – одна из немногих на российском рынке

SCADA-систем для операционных систем общего назначения, обладающих системой единого сетевого времени.

Статья может служить практическим руководством для проектировщиков нефтебаз, техников и обслуживающего персонала по организации борьбы с потерями нефтепродуктов при транспорте и хранении.

Статья соответствует научному направлению 08.0013 – «Математические и инструментальные методы экономики».

Библиографический список

1. Самохвалова М.В. Использование информационных компьютерных технологий в управлении предприятием // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева: 2010 / КиберЛенинка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnyh-kompyuternyh-tehnologiy-v-upravlenii-predpriyatiiem> (дата обращения 16.12.2018 г.).
2. Автоматизация технологических процессов приема, хранения, отпуска и коммерческого учета нефтепродуктов на нефтебазе // © Copyright 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://msee.ru/assets/uploads/buklet-asu-tp-neftebaz.pdf> (дата обращения 16.12.2018 г.).
3. ВНТП 5-95. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз). Утверждены: приказом Минтопэнерго России 03.04.95 г. № 64.
4. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.90 № 3399.
5. Программируемые контроллеры Allen Bradley SLC 500. Каталог 1747-6.3. – 1998. – 200 с.
6. Руководство по эксплуатации SLC 500. Каталог 1747-6.2. – 1998. – 200 с.
7. Сусарев С.В., Стеблев Ю.И. SCADA-системы в автоматизации и управлении технологическими процессами: учебное пособие. – Самара: СамГТУ, 2006. –105 с.