

К задаче разработки автоматизированной системы маршрутизации в АСУ ТП перевалочных баз нефтепродуктов

Л.И. Ларькина

инженер-конструктор¹
ging97@startatom.ru

А.И. Перолайн

заместитель директора¹

¹ НТК-филиал ФГУП ФНПЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко», Заречный, Россия

В статье рассмотрен подход к решению одной из важнейших задач АСУ ТП на современных перевалочных базах нефтепродуктов – исключение ошибок, приводящих к смешиванию разных видов нефтепродуктов при одновременном выполнении нескольких операций по их перемещению. К перевалочным базам предъявляются жёсткие требования, основным из которых является недопустимость смешивания разных видов нефтепродуктов. Рассмотренные в статье принципы построения автоматизированной системы маршрутизации позволяют предупредить возникновение аварийных ситуаций в управлении перемещением нефтепродуктов.

Материалы и методы

Для решения существующей проблемы при перемещении нефтепродуктов должны быть разработаны программные инструменты для формирования маршрутов движения нефтепродуктов, для управления маршрутами и для отображения состояния маршрутов на автоматизированных рабочих местах операторов производственно-диспетчерской службы.

Ключевые слова

маршрутизация, маршруты, формирование маршрутов, конфигуратор маршрутов, управление маршрутами, сервер маршрутизации, отображение маршрутов

Перевалочные базы нефтепродуктов (ПБН) имеют разветвлённую структуру, объединяющую участки различного назначения:

- участок приёма нефтепродуктов — железнодорожная эстакада;
- участок отгрузки нефтепродуктов — технологическая площадка налива нефтепродуктов в танкер;
- многофункциональная насосная станция;
- резервуарный парк для хранения нефтепродуктов;

ПБН оснащены запорной арматурой и насосными агрегатами с разным типом управления, а также вспомогательными ёмкостями различного назначения.

При этом к ПБН предъявляются следующие основные требования по перемещению нефтепродуктов:

- должно обеспечиваться одновременное выполнение технологических процессов по приёму и отгрузке нефтепродуктов, перемещению нефтепродуктов внутри резервуарного парка;
- одновременное перемещение различных видов нефтепродуктов, а так же одноимённых нефтепродуктов с разными показателями качества, должно осуществляться по различным маршрутам;
- при одновременном перемещении нефтепродуктов по различным маршрутам недопустимы ошибки, приводящие к пересечению маршрутов и, как следствие, к перемешиванию различных нефтепродуктов, нарушению учета.

В современных условиях главной задачей ПБН стало максимальное наращивание объемов перевалки нефтепродуктов с использованием имеющегося оборудования, резервуаров и трубопроводов. Возрастает динамичность технологических процессов перемещения нефтепродуктов, увеличивается интенсивность эксплуатации оборудования. В такой ситуации актуальной проблемой становится необходимость максимального ускорения процессов формирования и подготовки к работе маршрутов перемещения нефтепродуктов, при одновременном исключении ошибок, приводящих к пересечению используемых маршрутов и последствиям таких ошибок. Появляется необходимость в разработке автоматизированной системы маршрутизации, направленной на решение указанной проблемы. Основные цели создания такой системы:

- сокращение затрат времени на формирование и подготовку маршрутов к работе;
- предотвращение пересечения выбранного для запуска в работу маршрута с уже используемыми

- в настоящий момент маршрутами;
- сохранение сформированных маршрутов для повторного многократного использования;
- обеспечение легко читаемой, понятной визуализации маршрутов для оперативного персонала при их формировании и использовании;
- исключение ошибочных действий персонала при управлении перемещением нефтепродуктов;
- обеспечение комфортных условий труда.

Основными задачами автоматизированной системы маршрутизации являются:

- автоматизация формирования маршрутов движения нефтепродуктов;
- автоматизированное управление маршрутами;
- отображение состояния маршрутов на мнемосхемах АРМ оператора производственно-диспетчерской службы (ПДС).

Формирование маршрутов.

Процесс формирования маршрутов включает в себя следующие задачи:

- создание новых маршрутов;
- редактирование существующих маршрутов;
- удаление маршрутов;
- сохранение созданных маршрутов в специальной библиотеке.

Для реализации этих задач необходим Конфигуратор маршрутов с удобным для работы пользователя интерфейсом. При формировании маршрутов Конфигуратор должен предоставлять все необходимые исходные данные, согласно разработанным алгоритмам.

С целью удобной визуализации маршруты целесообразно разделить по категориям в зависимости от выполняемых ими задач:

- прием нефтепродуктов;
- отгрузка нефтепродуктов;
- внутриваровая перекачка;
- зачистка резервуаров.

Для каждой категории надо выбрать определённый цвет, которым работающий маршрут будет отображаться на мнемосхемах.

Маршруты должны формироваться в виде определённой последовательности связанных между собой элементов структуры ПБН. Элементами маршрутов являются:

- объекты — задвижки, насосы, резервуары, цистерны, устройства слива и налива;
 - сегменты — участки трубопровода между смежными объектами;
- Структура маршрута определяется следующим образом:
- начало маршрута — это объекты, от которых начинается движение нефтепродукта;
 - конец маршрута — это объекты,

на которых заканчивается движение нефтепродукта;

- объекты, управляющие движением нефтепродукта от начала до конца маршрута.

Поэтому все элементы необходимо сгруппировать по признакам их участия в маршрутах:

- начальные объекты маршрута (вагоны-цистерны, резервуары, коллекторы);
- конечные объекты маршрута (танкеры, ёмкости, резервуары);
- промежуточные объекты маршрута (завдвижки, насосы, устройства слива и налива, сегменты).

Все элементы должны иметь свойства, которые будут использоваться в работе маршрута и отображении его на мнемосхемах:

- принадлежность элемента к данному маршруту (будет анализироваться для разрешения работы маршрута);
- цвет элемента или его контура и тип заливки цветом (будут использоваться для отображения состояния маршрута на мнемосхемах);
- цвет и частота мигания (будут использоваться для подсветки маршрута на мнемосхемах в процессе его формирования).

Все элементы маршрутов, их свойства и взаимосвязи должны быть описаны в таблицах пользовательской базы данных (БД). Информация, хранящаяся в БД, будет использоваться для формирования маршрутов, управления и отображения их на мнемосхемах. Пользовательскую БД для маршрутов целесообразно создавать средствами системы управления базами данных (СУБД) SCADA-системы, применяемой в АСУ ТП ПБН. Такой подход позволит оптимально использовать ресурсы программного обеспечения АСУ ТП.

Все исходные данные для формирования маршрута должны быть представлены в Конфигураторе в удобном для работы виде. Необходимо разработать интерфейс, позволяющий последовательно выбирать и назначать объекты для маршрута, сохранять маршруты, редактировать структуру маршрутов, а также для наглядности включать подсветку формируемого маршрута на мнемосхемах. Все вновь созданные маршруты и все изменения в маршрутах должны сохраняться в той же БД, в которой находятся исходные данные.

Маршрут может находиться в одном из двух состояний - в состоянии работы и в состоянии останова. Признак состояния должен задаваться в Конфигураторе оператором ПБН при выборе маршрута. Он будет использоваться для управления маршрутом и отображения его на мнемосхемах. По умолчанию, после формирования маршрута, он должен находиться в состоянии останова. После установки признака работы все сегменты этого маршрута на мнемосхемах должны окраситься цветом, выбранным при его формировании, с контурным типом заливки. После снятия признака работы маршрут должен автоматически перейти в состояние останова, а все его сегменты на мнемосхемах должны окраситься тем цветом и типом заливки, которые были установлены до начала работы маршрута.

Конфигуратор маршрутов можно за-

пускать на выполнение как автономно из командной строки, так и из графического интерфейса SCADA-системы, применяемой для разработки мнемосхем в АСУ ТП ПБН. Последний способ предпочтительнее с точки зрения оптимизации и удобства работы.

Управление маршрутами.

Для управления маршрутами должен быть разработан Сервер маршрутизации — ядро системы маршрутизации, которое будет постоянно работать на сервере АСУ ТП, как служба управления маршрутами. Основные задачи Сервера маршрутизации:

- проверка допустимости запуска выбранного маршрута;
- изменение значений свойств графических элементов при изменении состояния реальных объектов маршрута в процессе его запуска;
- восстановление исходных значений свойств графических элементов после завершения работы маршрута;

После установки в Конфигураторе признака работы для конкретного маршрута Сервер маршрутизации должен проанализировать конфигурацию выбранного маршрута и, если его объекты и сегменты не используются ни в одном из работающих маршрутов, разрешить выполнение этого маршрута. Если хотя бы один из элементов выбранного маршрута уже задействован в другом маршруте, то Сервер должен снять признак работы для этого маршрута и запретить его выполнение в данный момент времени, о чем должно быть выдано сообщение оператору на экран АРМ.

Сервер маршрутизации должен обеспечивать соответствие между текущим состоянием объектов, используемых в маршруте, и отображением на мнемосхемах сегментов, прилегающих к этим объектам. В зависимости от состояния объекта Сервер маршрутизации должен устанавливать в соответствующих свойствах сегмента определённые значения, по которым определяется его окраска на мнемосхемах. Свойства графических элементов, в которые Сервер маршрутизации записывает определённые значения для отображения работающих маршрутов, должны быть связаны с соответствующими тегами структуры данных SCADA-системы, в которых находится информация о текущем состоянии объектов.

После того, как в Конфигураторе оператором ПДС будет снят признак работы маршрута, Сервер маршрутизации должен установить в свойствах всех сегментов этого маршрута исходные значения, чтобы отменить отображение остановленного маршрута на мнемосхемах.

Для оптимизации работы Сервер маршрутизации удобно запускать на выполнение из Конфигуратора маршрутов лицом, обладающим соответствующими полномочиями.

Отображение маршрутов.

Для отображения маршрутов на мнемосхемах целесообразно использовать возможности графического интерфейса SCADA-системы, на которой построена

система визуализации технологических процессов на ПБН.

Алгоритм отображения работы маршрута можно реализовать следующим образом. После того, как Сервер маршрутизации разрешит работу выбранного оператором маршрута, на всех мнемосхемах, на которых изображены элементы этого маршрута, должен измениться цвет сегментов в соответствии с цветом, выбранным при формировании маршрута. Тип заливки сегмента будет меняться в зависимости от состояния прилегающих к нему объектов. Если запорная арматура закрыта или насосный агрегат выключен, то тип заливки сегмента — контурный. После открытия запорной арматуры или запуска насосного агрегата тип заливки соответствующего сегмента изменится на полный. Имитировать движение нефтепродукта по трубопроводу можно любым способом анимации, имеющимся в графической среде SCADA-системы.

После окончания работы маршрута на всех мнемосхемах окраска сегментов и контуров объектов, входящих в маршрут, возвращается в исходное состояние.

Графическим интерфейсом SCADA-системы можно реализовать ещё одну задачу по предупреждению аварийных ситуаций — это запрет выполнения команды на открытие запорной арматуры, смежной с работающим маршрутом, но не входящей в его состав.

Автоматизированная система маршрутизации, разработанная в соответствии с рассмотренными принципами, прошла испытания и успешно введена в эксплуатацию в составе АСУ ТП перевалочной базы нефтепродуктов в городе Светлый Калининградской области.

Итоги

Использование автоматизированной системы маршрутизации в АСУ ТП перевалочной базы нефтепродуктов доказало эффективность предложенного метода решения актуальных проблем, возникающих в процессе управления перемещением нефтепродуктов. Технические и программные решения, заложенные в автоматизированной системе маршрутизации, обеспечивают выполнение требований по контролю и управлению технологическими процессами на ПБН.

Выводы

Положительный эффект от внедрения системы маршрутизации состоит в том, что она позволила упорядочить и автоматизировать процессы управления перемещением нефтепродуктов. Это способствует предупреждению аварийных ситуаций, исключению ошибок оперативного персонала, увеличению производительности труда.

Список используемой литературы

1. SIMATIC Service & Support.
Режим доступа:
<http://www.siemens.com/automation/service&support>
2. Опции SIMATIC WinCC.
Режим доступа:
<http://www.siemens.com/options>
3. Надстройки SIMATIC WinCC.
Режим доступа:
<http://www.siemens.com/addons>

