# Применение ПТК "СИРИУС-QNX" для реализации технологических задач диспетчерского управления магистральными нефтепроводами.

***А. В. Бабков, А. Н. Павлов***

Отечественный программно-технический комплекс (ПТК) "СИРИУС", типичный представитель SCADA-систем, предназначен для оперативно - диспетчерского контроля и управления географически распределенными объектами. Основные функции, выполняемые системой "СИРИУС" - сбор информации (телеизмерения, телесигналы) и двухпозиционное управление технологическими объектами.

На сегодняшний момент ПТК "СИРИУС" имеет около 100 инсталляций по территории России.

ПТК "СИРИУС" состоит из программного обеспечения (ПО) "СИРИУС-QNX" и телемеханической системы (ТМС). ТМС включает в себя контроллеры нижнего уровня "Миконт-М" и "Сателит", а также контроллеры верхнего уровня "Виконт". Другим набором аппаратных средств, используемых в качестве ТМС, являются RTU (Remote Terminal Unit) на нижнем уровне и FIU (Front Interface Unit) на верхнем уровне фирмы MOTOROLA. В системе реализован механизм спорадического прихода информации и циклического опроса контроллеров.

Модульное построение ТМС позволяет проектировать системы различной сложности и архитектуры в зависимости от конкретного объекта и структуры управления. На нижнем уровне расположены контроллеры нижнего уровня, собирающие информацию с объекта и передающие ее на контроллеры верхнего уровня. На верхнем уровне находятся контроллер(ы) верхнего уровня и сеть ПЭВМ с ПО "СИРИУС-QNX".

Пакет программ "СИРИУС-QNX" работает под управлением сетевой, многозадачной операционной системы реального времени (ОСРВ) QNX. Применение ОСРВ QNX позволяет работать в жестком режиме реального времени, обрабатывать большие объемы информации, равномерно распределять нагрузку на узлы и по сетям, передавать информацию по различным каналам связи. Это отчасти определяет функциональные возможности системы в целом. Система обеспечивает возможность обработки 32867 параметров по видам информации на одном узле при отсутствии замедления и ограниченных вычислительных мощностях аппаратных средств.

В системе реализован следующий механизм расчетных задач. Пользователю предлагается структура задачи, представляющая собой список расчетов, каждый из которого является списком входной и выходной информации, настроенной на конкретные параметры. При реализации расчета задача берет из этой структуры всю необходимую информацию и производит расчет. Тем самым пользователю дается возможность добавлять новые расчеты, если в этом возникает необходимость и, что самое главное, не меняя сам алгоритм, производить замену тех или иных параметров в расчете.

Все задачи, представленные в системе "СИРИУС", можно разделить на технологические, задачи управления и служебные (системные). Технологические задачи непосредственно связаны с технологией процесса и рассчитывают технологические параметры. Задачи управления помогают операторам и диспетчерам управлять технологическим процессом. Они предлагают обобщенную информацию об объекте операторам, тем самым уменьшая время реакции оператора в сложившейся ситуации. Служебные программы предназначены для внутреннего обмена информации в системе, они не связаны с технологическим процессом, поэтому их рассмотрение опускается.

Задачи условно можно разделить на расчетные и аналитические. Расчетные задачи, подставляя исходные данные в формулу, получают результат. Аналитические - проверяют исходные данные на определенные условия и, в зависимости от этих условий, выдают тот или иной результат. Задачи также условно разделяются на простые и комплексные. Простыми являются законченные программы. Комплексные задачи представляют собой цепочку из простых, т.е. данные из одной или нескольких задач используются как входная или промежуточная информация для последующих задач. Задачи в системе, как и система в целом, работают по событиям (т.е. ожидая изменения исходной информации) и по таймеру (т.е. через определенный интервал времени).

Основным из направлений применения ПТК "СИРИУС" является трубопроводный транспорт нефти. Система трубопроводного транспорта нефти как технологический объект управления включает в себя головные и промежуточные нефтеперекачивающие станции, линейную часть, резервуарные парки и узлы учета нефти, поэтому описание задач рассматривается по комплексам, описывающим эти объекты. В данных комплексах будут представлены только типичные задачи, так как весь объем алгоритмов очень велик и разнообразен.

Комплекс задач по нефтеперекачивающей станции

Нефтеперекачивающая станция (НПС) является основным объектом трубопроводного транспорта. Разделяют головную и промежуточную НПС. Головная станция предназначена для закачки нефти в трубопровод и создания необходимого напора в начале первого участка. Как правило, головная перекачивающая станция имеет резервуарный парк для накапливания необходимых для перекачки объемов нефти и их количественного учета; насосную, в которой устанавливаются подпорные и мощные магистральные насосы; технологические трубопроводы с площадками фильтров и узлами переключения; камеры пуска скребков очистки трубопровода; очистные сооружения и т.п. Промежуточные станции находятся по трассе с некоторым шагом, определенным как гидравлическими, так и другими условиями. Они предназначены для создания дополнительного напора, обеспечивающего дальнейшую транспортировку нефти.

В этот комплекс входят задачи, рассчитывающие параметры по магистральным агрегатам (МА), подпорным агрегатам (ПА), определяющие состояния агрегатов и НПС в целом. Часть задач в дальнейшем используется в комплексных задачах.

Расчет состояния агрегатов

Задача определяет состояния агрегатов исходя из значения мощности и тока статора. Агрегат работает, если он включен, его мощность превышает определенную величину и ток статора больше нуля. В этом случае значение его мощности, тока статора и вибрация переписываются в соответствующие расчетные параметры со значением состояния. В противном случае расчетные значения мощности, тока статора и вибрации устанавливаются в состояние "невидимый".

Определение причины остановки агрегата

Задача определяет причину остановки агрегата. Под причинами подразумевается остановка агрегата по станционной защите (давления на входе или выходе вышли за уставки), агрегатной защите (отклонения температуры подшипников, вибрации, тока статора и т.д.), по ТУ или произвольно. На основе этих причин задача выходному ТС присваивает определенный код. Эта задача относится к классу управляющих и помогает оператору разобраться в причине остановки агрегата.

Подавление оперативных сообщений по неработающим агрегатам

Эта задача подавляет оперативные сообщения по неработающим агрегатам. Она используется, когда проходят плановые работы по ремонту агрегата и проверки его параметров.

Определение состояния НПС

Задача проверяет состояние агрегатов (работает, готов к управлению, резерв, авария), нагрузку у агрегатов, давление на входе и выходе и состояние задвижек. На основе этой информации задача формирует ТС состояния НПС: "работает", "готова к запуску", "авария" и "неопределенное".

Комплекс задач по резервуарному парку

Резервуарный парк (РП) является неотъемлемой частью трубопроводного транспорта. Он предназначен, с одной стороны, для сбора нефти со скважин и первичного разделения нефти и воды, с другой - используется как буфер, связывающий несколько трубопроводных систем. РП включает в себя коллекторы, резервуары (РВС) и группы резервуаров (для хранения разносортной нефти).

В данном комплексе представлены задачи, связанные с расчетами параметров по РП. Часть задач связана с расчетами по коллекторам в РП, часть - с параметрами резервуаров, часть - с параметрами РП в целом.

Задачи определения состояния коллекторов в РП

Каждый РП включает в себя множество различных коллекторов (приема, выходных). Поэтому задачи для каждого типа коллекторов индивидуальные. Но и внутри группы коллекторы отличаются друг от друга числом задвижек, их состояниями и т.п. Поэтому в системе представлен комплекс задач, определяющий состояния коллекторов в РП. Алгоритм всех этих задач: на основе входной информации (состояние определенных задвижек, состояние соседних коллекторов) определяется состояние каждого коллектора (подключен, отключен, работает, не работает, транзит). Разница между задачами заключается в числе задвижек и соседних коллекторов, а также условиями. Выходные параметры этих задач используются в дальнейшем в комплексных задачах.

Определение объема и массы по РВС

Алгоритм предусматривает выполнение следующих функций. Каждые 10 мин значение параметра взлив переписывается на место параметра предыдущий взлив, считается значение параметра скорость изменения уровня. Определяет состояние РВС. Для работающих РВС по калибровочной таблице вычисляется объем жидкости в резервуаре. По разности между средней температурой в резервуаре и температурой наружного воздуха определяется поправка по объему (учитывается расширение стенок резервуара) и рассчитывается реальный объем жидкости по формуле:

Vреал = Vкалибр K,

где K - поправка;

Vкалибр - калибровочный объем.

Определяется средняя плотность нефти при средней температуре в резервуаре. Исходя из объема и плотности, определяется тоннаж жидкости:

M = Vреал r ,

где M - тоннаж жидкости;

Vреал - реальный объем жидкости;

r - средняя плотность нефти в резервуаре.

Исходя из значения уровня воды, рассчитывается количество (объем) товарной нефти. Затем вычисляется свободный объем в резервуаре. На основе заданного значения максимального уровня рассчитывается реальный свободный объем в резервуаре. По заданным значениям максимально аварийного, минимального и минимально допустимого уровней, определяется мертвый остаток в РВС, максимально аварийное наличие, максимальное допустимое наличие, свободное наличие по максимальному аварийному, свободное наличие по максимальному допустимому, максимальный и минимальный допустимые объемы, максимально аварийный объем, минимальное допустимое наличие, максимальное рабочее наличие. Эти данные служат справочной информацией по каждому резервуару.

Прогноз уровня (наличия)

Задача рассчитает прогноз достижения предельного уровня (наличия), достижение заданного уровня (наличия) и прогноз уровня (наличия) в заданное время. Предельным уровнем (наличием) в зависимости от знака скорости изменения уровня (наличия) является максимальный рабочий уровень (наличие) или минимальный допустимый уровень (наличие). Прогнозируется время достижения заданного и предельного уровня (наличия) и прогноз значения уровня (наличия) при заданном времени:

Lпрог = Lтек + V (Тпрог - Ттек),

где Lпрог - прогнозируемый уровень;

Lтек - текущий уровень;

V - скорость изменения уровня;

Тпрог - заданное время;

Ттек - текущее время.

Задача позволяет осуществлять прогноз также и для группы резервуаров и для РП в целом.

Изменение уровня и наличия за 2 ч

Задача работает по времени через каждые 2 ч. Расчетный параметр "изменение уровня" или "наличие" определяется как разность значений взлива (масса всего) и уровень (наличие) на текущий (четный) час. При этом проверяются полученные значения на достоверность, а также проверяется состояние РВС и, если хотя бы один из входных параметров недостоверен, то результат равен 0. Эта задача используется для формирования сводок.

Контроль прекращения изменения уровня в неотсеченном РВС

В задаче отслеживается изменение уровня. Если в течение 10 мин уровень не изменился, это воспринимается как зависание поплавка. При изменении взлива (уровня) его значение фиксируется, таймер обнуляется, выходной сигнал (изменения уровня) устанавливается в значение "восстановилось". Если нет изменения взлива, значение таймера сравнивается со значением периода контроля зависания поплавка. При превышении таймера выходной сигнал устанавливается в состояние "отсутствует".

Контроль скорости изменения уровня

Определяется состояние резервуара: "слив", "налив", "транзит". Через определенное время считывается текущий уровень в резервуаре и определяется разница между ним и предыдущим значением. Эта величина сравнивается с заданной (в зависимости от состояния агрегата) и генерируется ТС, предупреждающий оператора об изменении скорости.

Расчет плотности для РВС

Задача осуществляет расчет плотности в зависимости от температуры с калибровкой по коррекционному файлу. Имеется значение плотности нефти при 20°С, считывается текущая температура и из коррекционного файла находится коэффициент коррекции.

Защита по переливу и пожару в РВС и по давлению на входе в РП

По ТС "перелив" или "пожар" выдается пакет ТУ, который перекрывает задвижки у данного резервуара.

Проверяется текущее значение давления на входе в РП. Если оно превысило заданную величину, то генерируется ТС об аварии. По этому сигналу начинает выполняться соответствующий алгоритм, обеспечивающий защиту РП и конечного участка трубопровода.

Эта задача распространяет все необходимые ТС и ТИ (плотность, температуру, содержание воды в нефти и т.д.), определенные для РП, группам резервуаров.

Задачи, связанные с расчетами по линейной части

Линейная часть включает трубопровод, отводы от него, подводные переходы через естественные и искусственные преграды, запорные устройства, установки электрохимической защиты трубопровода от коррозии, системы технологической связи и т.п.

Контроль стационарности режима работы нефтепровода

Задача осуществляет контроль стационарного режима по трубопроводу. Проверяются проходящие давления, давления на входе и выходе каждой НПС, давления по линейной части. Их значения сравниваются с предыдущими значениями. Если разница по модулю превышает фиксированную величину (дельту), то вырабатывается необходимый ТС и звуковой сигнал, предупреждающий оператора об отклонении давления на величину, больше заданной.

Аварийный останов линейного участка

Эта задача используется при возникновении аварийной ситуации на линейном участке трубопровода (порыв трубы, утечка и т.д.). Оператор выдает команду аварийного останова участка, а задача при этом автоматически поочередно выдает команды на закрытие всех задвижек с дистанционным режимом управления между соседними станциями.

Комплексные задачи

Как уже отмечалось выше, многие из перечисленных задач входят в состав комплексных. Задачи такого рода на порядок сложней и мощней, чем предыдущие. Далее приводится пример комплексной задачи.

Расчет давлений для трубопровода

В этот комплекс входят задачи определения состояния НПС, расчета напора и давлений на входе, выходе станций и в каждой точке измерения давления на линейном участке, определения плотности нефти для каждого участка.

Проверяется состояние каждой НПС. Весь трубопровод разбивается на участки между работающими станциями. Для каждого участка определяется плотность исходя из данных ближайшей работающей станции этого участка, где замеряется плотность. Определяются напоры на входе и выходе (на основе соответствующих давлений и высотных отметок) для этих станций. По данным значениям напоров строится расчетная линия гидравлического уклона для каждого участка. Если в участок попадает неработающая (проходящая) станция, то для нее по линии гидравлического уклона определяется расчетный напор, а по нему - расчетное давление.

Затем весь трубопровод разбивается на участки между двумя соседними НПС. Для каждой точки замера давления на данных участках определяются расчетные напоры и соответственно давления. Затем строятся расчетные графики гидравлического уклона и падения давления.

По имеющимся данным реальных давлений вдоль линейного участка определяются реальные напоры в каждой точке. Далее строятся реальные графики гидравлического уклона и падения давления. По данным графикам (расчетному и реальному) диспетчер визуально может определять отклонения датчиков и характеристики участка и трубопровода в целом.

Литература

Опыт создания АСУ "Н. Новгород" на базе многозадачной сетевой ОС РВ QNX / В.Б. Гармаш, В.И. Шустов. А.Д. Минкин, Н.К. Мишин // Промышленные АСУ и контроллеры. - 1999.-№4.

Трубопроводный транспорт нефтепродуктов / И. Т. Ишмухаметов, С.Л. Исаев, М.В. Лурье, С.П.. Макаров, - М; Нефть и газ, 1999.

АСУ "Сургуттранснефть" на базе многозадачной сетевой ОСРВ QNX в ОАО "Сибнефтепровод" / В.В. Кузьмин, А.Д. Минкин, А.Н. Павлов. В.П. Халтурин // Промышленные АСУ и контроллеры. - 2000. - № 5.