



Практикум по MasterSCADA

Потоцкий И.В., НТУУ "КПИ", г.Киев

Обработка измерений

Датчики с аналоговым выходом (унифицированным - 4-20 мА или естественным - от термопары, термометра или тензодатчика) подключаются к системе контроля и управления через аналоговые входы контроллеров, многоканальных измерительных приборов, модулей удаленного ввода сигналов, реже - через цифровые интерфейсы (RS485, полевые шины) одноканальных датчиков и т.п. Эти интеллектуальные приборы обычно проводят ту или иную первичную обработку параметров: фильтрацию, линеаризацию, масштабное преобразование из кодов АЦП в нормализованную шкалу (например, процентную) или физические единицы. Тем не менее, во многих случаях это не снижает необходимость дополнительной программной обработки параметра в SCADA-системе. В ситуации, когда такая система является вертикально-интегрированной, как MasterSCADA, в зону ее ответственности попадает и первичная обработка внутри контроллера. Рассмотрим, какие возможности предоставляет MasterSCADA для решения не только этих задач, но и визуализации и архивирования параметров, их использования в расчетах и алгоритмах, в отчетах и на графиках, везде, где востребовано точно измеренное и правильно обработанное значение параметра технологического процесса.

Шкала параметра

Для унификации задач первичной обработки в MasterSCADA предусмотрено понятие шкалы параметра. Шкала определяет диапазон изменения (поступающее в MasterSCADA с аналогового входа контроллера значение сигнала будет автоматически

масштабироваться к этому диапазону), верхние (аварийная и предупредительная) и нижние границы конт-

нетрудно заметить, что в составе понятия "шкала параметра" нет алгоритмов первичной обработки

Интервал	Начало	Конец	Точность	Е	Ед. изм.
Проценты	0.000000	100.000000	2	<input type="checkbox"/>	Процент
Градусы	0.000000	100.000000	1	<input type="checkbox"/>	Градус
Температура 180	0.000000	180.000000	1	<input type="checkbox"/>	Градус С
Расход 16	0.000000	16.000000	2	<input type="checkbox"/>	Куб. метр в час
Давление 10	0.000000	10.000000	2	<input type="checkbox"/>	Килограмм на кв. см
Уровень 100	0.000000	100.000000	1	<input type="checkbox"/>	Процент

Границы: "Мертвая зона" 1.00 %
 Скорость изменения 7.00 % в сек Мигание
 аварийные предупредительные
 нижняя 0 % [красный] нижняя 5 % [оранжевый]
 верхняя 100 % [синий] верхняя 95 % [голубой]

роля значения, а также граница контроля скорости изменения параметра в единицу времени. Для шкалы задается (выбирается из имеющегося списка или создается новая) единица измерения и определяется точность отображения числового значения параметра в документах проекта.

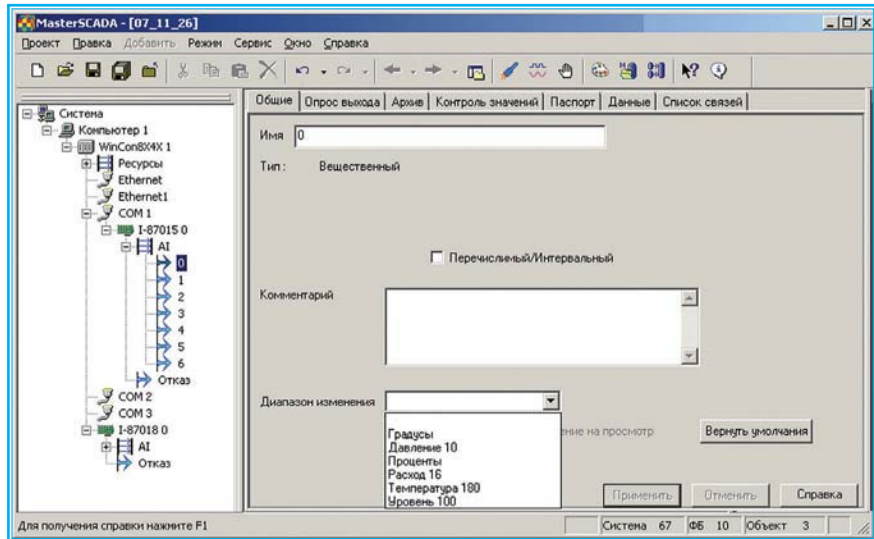
(фильтрации, линеаризации и т.п.). Это связано с тем, что большая часть современного оборудования производит такую обработку уже на уровне модулей аналого-цифрового преобразования, снабженных микропроцессором и встроенным программным обеспечением, и для большин-

Нач	Кок	Значение
-10	0	Лед
0	100	Вода
101	150	Пар

ства параметров она просто не нужна, поэтому уже и не рассматривается в качестве типовой на этом уровне системы контроля.

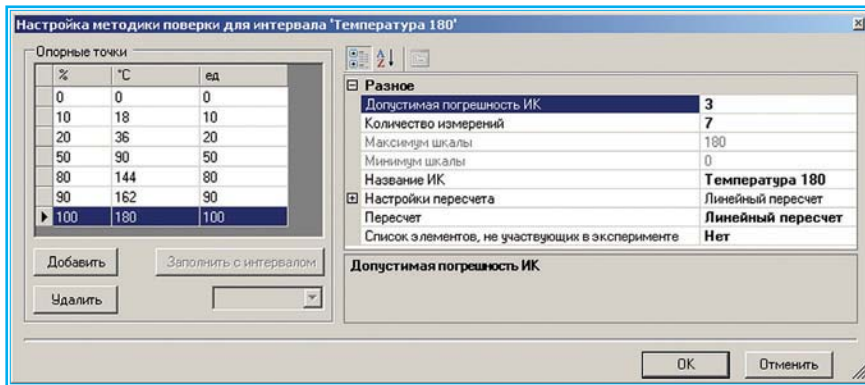
Иногда для пользователя важно не абсолютное значение параметра, а качественная оценка его состояния, например, вода может находиться в агрегатных состояниях пар-вода-лед (плазма, вероятно, вряд ли нас может заинтересовать в данном контексте). Соответственно датчику температуры воды мы можем назначить интервальную шкалу, позволяющую преобразовать аналоговое значение в название интервала, которое и будет отображаться во всех документах, куда будет включена эта переменная.

Во многих системах необходимо проводить при сдаче в эксплуатацию, а затем периодически, процедуру калибровки измерительного канала для подтверждения его класса точности. Это трудоемкая, рутинная работа по



стии с принятой в MasterSCADA объектной идеологией наследования, некоторые из этих возможностей можно изменить. Прежде всего, мы можем изменить некоторые из контрольных

MasterSCADA, чтобы можно было отличить измененное значение от унаследованного, оно отображается черным шрифтом вместо серого. В ряде случаев в качестве контрольной границы надо вместо константы назначить переменную, задаваемую оператором непосредственно в процессе работы, либо вычисленную в соответствии с алгоритмом контроля. Для этого нам достаточно перетащить из дерева проекта в поле границы необходимую переменную (команду или расчетную переменную). И, конечно, всегда сохраняется возможность, нажав кнопку "Вернуть умолчания", вернуться к исходным настройкам шкалы.



многократному замеру значений в нескольких контрольных точках диапазона, требующая к тому же последующей обработке полученных измерений довольно громоздкими статистическими методами. MasterSCADA позволяет выбрать для шкалы методику поверки (набор контрольных точек и число измерений в каждой из них) и автоматизировать процедуру фиксации измерений, их статистической обработки и формирования стандартной отчетности.

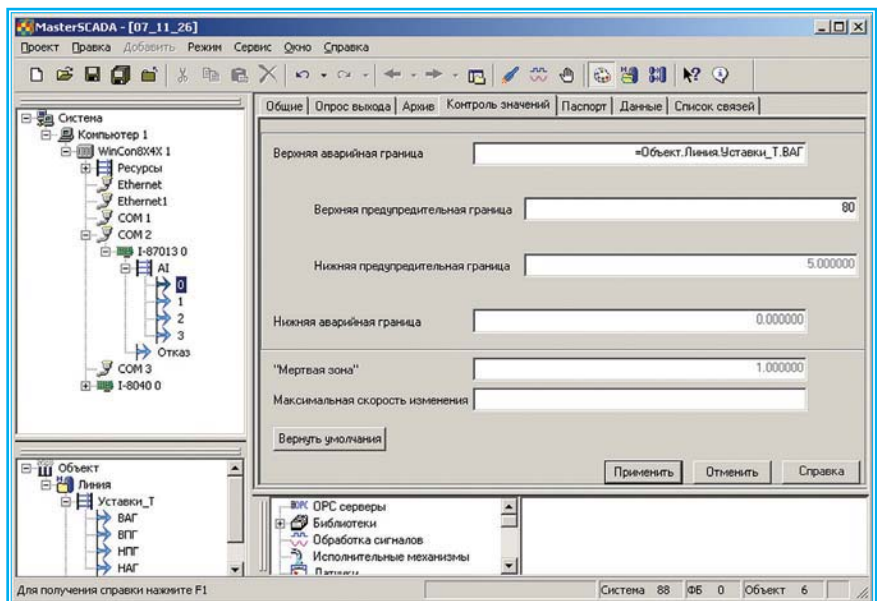
Использование шкалы параметра

Физическому параметру, представленному в дереве системы MasterSCADA в качестве входа контроллера, модуля ввода-вывода или тега OPC-сервера, шкала назначается выбором из выпадающего списка уже существующих шкал. Тем самым параметр сразу получает (наследует от шкалы) полный комплект описанных выше возможностей. Однако, в соответ-

ствии с принятой в MasterSCADA объектной идеологией наследования, некоторые из этих возможностей можно изменить. Прежде всего, мы можем изменить некоторые из контрольных

Наследование шкалы параметра

Создание проекта - это в значительной степени установление связей между физическим миром и его логи-



ческим представлением. Для подавляющего большинства проектов типично, когда физический датчик представлен входом контроллера или тегом OPC-сервера в одной части проекта (дереве иерархии системы контроля и управления), а работа с его значением (дополнительная обработка и визуальное представление) ведется в другой части (дереве иерархии логического представления контролируемого объекта), где тот же параметр представлен, к примеру, как датчик температуры в составе технологического агрегата. Соответственно между этими частями необходимо установить связь. MasterSCADA позволяет сделать это двумя способами, выбор одного из них определяется в основном порядком разработки проекта.

В случае, когда мы начинаем "снизу", от аппаратуры, то есть с описания технической структуры нашей системы контроля, достаточно перетащить соответствующий датчику вход контроллера в дерево объекта и получить новую переменную, унаследовавшую от него все свойства, включая шкалу. У нас сохраняется возможность переопределить отдельные границы. Но есть и радикальный путь - отказаться от наследования вообще, отметив поле "запрет наследования типа". Это бывает необходимо, когда мы хотим произвести преобразование типа числа параметра, например, из вещественного в целое. Шкалу при этом придется выбирать заново.

Другая ситуация возникает, когда первоначально проект делается без привязки к оборудованию, а уже затем формируются его связи с источниками сигналов. Это обычный порядок разработки при создании типовых проектов, в ситуациях неопределенности с выбором оборудования или способа его использования, либо строгом следовании идеологии разработки "сверху вниз". При такой последовательности действий связь устанавливается переносом мышью одной переменной на другую (в любую сторону). Механизм наследования при этом работает точно так же, как и в предыдущем случае.

Обратите внимание на то, что наряду со шкалой при наследовании передаются и признаки качества (достоверности) значения в соответствии со стандартом OPC. Эти признаки изначально формируются OPC-сервером или исполнительной системой контроллера MasterPLC. В дальнейшем эти признаки могут использо-

ваться как для информирования оператора, так и в любых последующих обработках значения параметра.

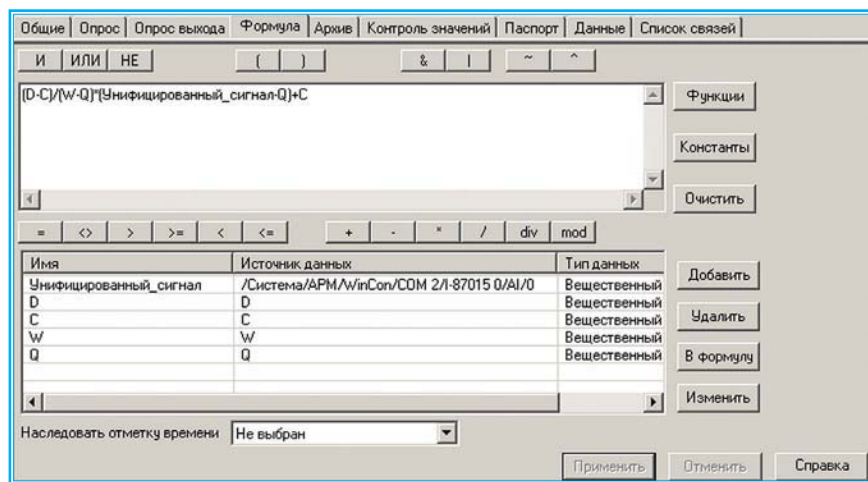
Обработка значения

Для обработки значения в MasterSCADA имеются обширные библиотеки алгоритмов (функциональных блоков - ФБ). Эти блоки могут использоваться как в рамках проектной иерархии объекта, так и в традиционных графических схемах функциональных блоков. Оба эти представления являются взаимозаменяемыми.

Основные блоки, относящиеся к обработке параметров, сосредоточены в библиотеках "Обработка сигналов", "Вычисления" и некоторых других в палитре MasterSCADA. Среди них есть динамические преобразования (фильтрация, дифференциал, ограничитель скорости, запаздывание и

мальные параметры с условными именами. Конкретный фактический параметр, являющийся источником данных для формального параметра, в любой момент может быть заменен на другой перетаскиванием нового параметра в строку списка без необходимости редактирования формулы.

Сложность формул, глубина вложения операций, число операндов фактически не имеют ограничений. В формуле могут использоваться арифметические, логические, побитовые операции и операции сравнения, а также ряд встроенных функций и констант - всего около сотни операций, включая работу с такими свойствами параметра, как метка времени, признак нарушения границы, архивное значение в определенный момент времени или за период (интеграл, среднее и т.п.). Интересно, что изменение конкретного значения



т.п.); интервальные обработки (на скользящем или дискретном интервале): максимум, минимум, интеграл, среднее; вычисление расходов жидкостей и газов (воды, мазута, пара, природного газа), а также алгоритмы не только для преобразования единичного параметра, но и для многопараметрической обработки данных.

Использование параметра в расчетах

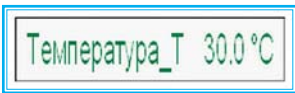
Помимо функциональных блоков, параметр может быть задействован в формульных вычислениях. Для этого необходимо использовать стандартную переменную MasterSCADA "Расчет" (или "Событие" - расчет с логическим результатом). Используемый в формуле параметр должен быть перетащен на страницу формулы в список используемых переменных. В самой формуле используются фор-

контрольной границы не приводит к изменению формулы, так как в ней обрабатывается только сам факт ее нарушения. Наряду со стандартными операциями в формуле используется заимствованная из языков процедурного программирования конструкция условного вычисления, подобная ЕСЛИ-ТОГДА-ИНАЧЕ. (IF-THEN-ELSE).

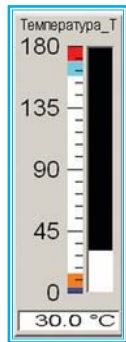
Отображение параметра на мнемосхемах

Текущее значение той или иной переменной оператор может увидеть на мнемосхеме. Для этого достаточно перетащить параметр из проекта на поле мнемосхемы. Перетаскивание с помощью левой клавиши мыши дает нам отображение параметра в виде строки, в котором по умолчанию указано проектное имя параметра и его значение с заданным в шкале количеством знаков после запятой и необхо-

димой единицей измерения.



При выходе значения за контрольную границу значение будет соответствен-



но менять цвет. Если же мы перетащим параметр правой кнопкой мыши, то откроется

полный список возможных графических представлений параметра, соответствующих типовым щитовым приборам: столбчатому индикатору (вертикальному или горизонтальному), стрелочному прибору, самописцу. Их шкалы также отражают заданные контрольные границы.

Анимация мнемосхем с помощью параметра

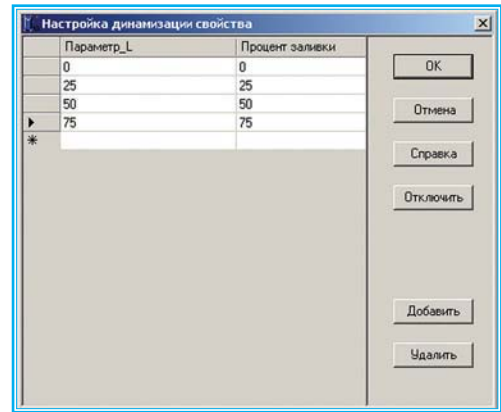
Перед разработчиком часто возникает задача в интуитивно понятной форме визуально отобразить изменение значения параметра. Обычно это удобно делать изменяя визуальные свойства частей изображения мнемосхемы, соответствующих графичес-

кому представлению того оборудования или процесса, для контроля за которым мы данный параметр измеряем. К примеру - уровень жидкости в емкости удобно показывать не



только цифрой, но и высотой заливки изображения емкости другим цветом, символизирующим заполняющую емкость жидкость. Аналогично, температура этой жидкости может отображаться цветом этой заливки, а ее плотность или вязкость - степенью растривания. Та-

кая анимация (динамизация) свойств легко делается в MasterSCADA и может быть применена не только для "родных" библиотечных элементов, но и для свойств любого позаимствованного извне элемента управления ActiveX. Выделите элемент на мнемосхеме, откройте закладку "Входы" панели свойств элемента. В поле любого свойства можно перетащить параметр, по изменению значения которого должно меняться и данное свойство. После того как связь между свойством элемента мнемосхемы и параметром дерева объектов будет обозначена, потребуется настроить интервалы динамизации. MasterSCA-



DA предусматривает два вида изменения свойств - линейное (пропорционально изменению параметра, например, плавное изменение уровня заливки или ее цвета) и ступенчатое, после пересечения значением границы интервала (например, для отображения каких-либо состояний оборудования).

Заметьте, все это мы сделали без программирования-исключительно при помощи "мыши" и дружелюбного интерфейса MasterSCADA.

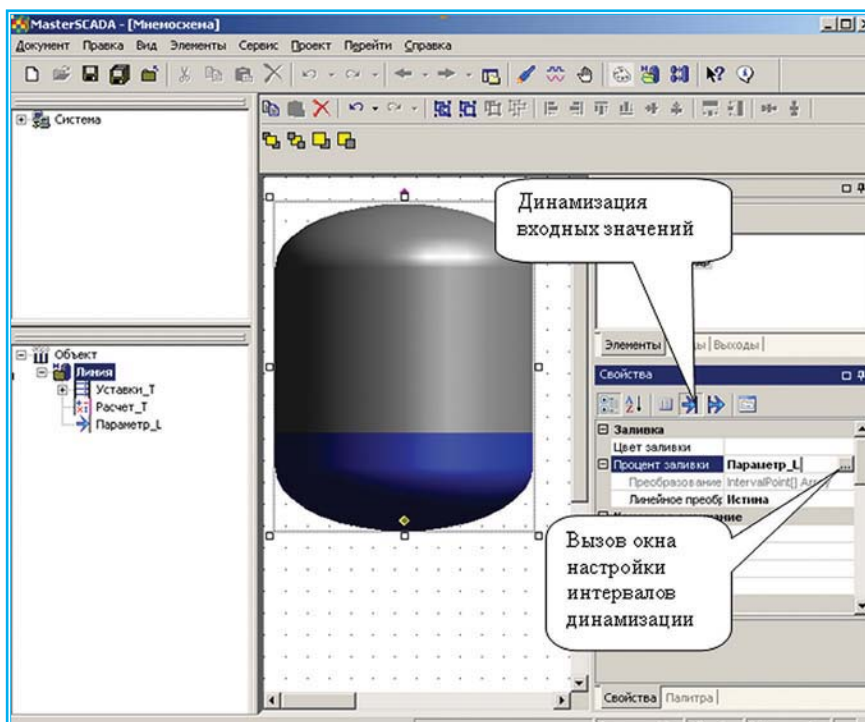
Использование параметра на трендах

Изменения параметра во времени можно увидеть не только при помощи элемента мнемосхемы "График", но и в специальном приложении "Тренд". Тренды MasterSCADA отображают любой параметр на всю глубину его сбора, причем на едином графике, без разделения на текущие и архивные данные. Тренды позволяют анализировать точки пересечения графиком контрольных или иных заданных оператором границ, сравнивать два параметра, строить графики их взаимной зависимости и многое другое.

Чтобы поместить параметр на тренд достаточно перетащить его в любое место окна графика, при этом образуется перо, которое по умолчанию будет иметь имя и шкалу, унаследованные от исходного параметра, в дальнейшем параметры пера можно переопределить.

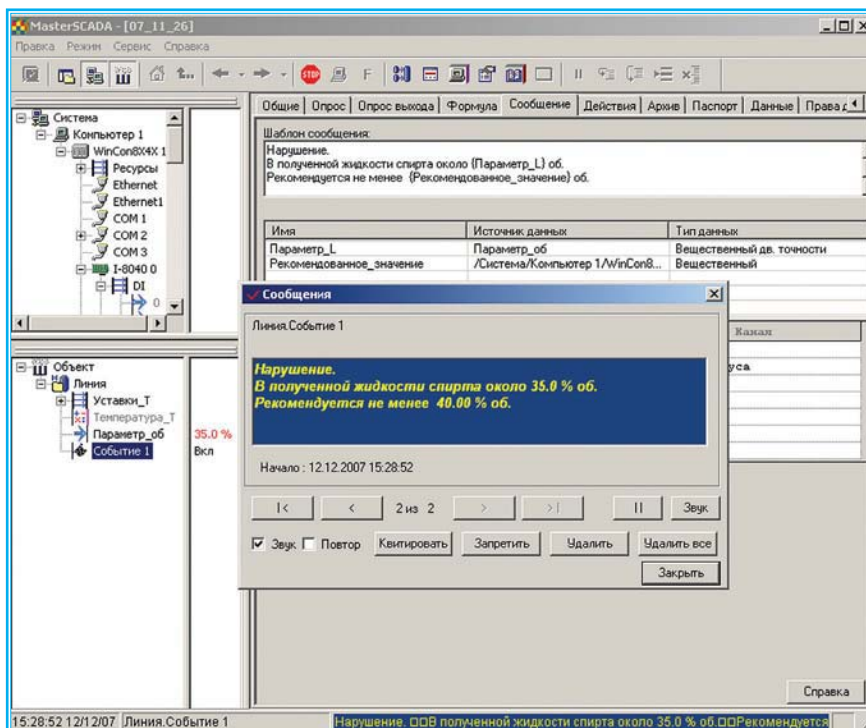
Выбор параметров для просмотра на тренде возможен не только в инструментальной системе, но и непосредственно оператором в процессе функционирования исполнительной системы.

Тренд в MasterSCADA может просматриваться не только в графическом, но и в табличном виде, при необходимости он может быть сохранен в различных форматах (.jpg, .txt, .xls и др.).



Использование параметра в сообщениях

Не всегда мнемосхемы и графики дают полную информацию о ситуации на объекте или состоянии оборудования. Иногда оператору надо описать ее детальнее. Не менее важно эту информацию сохранить для последующего просмотра с целью анализа текущей обстановки или, не дай бог, произошедшей аварии. Для этих целей служат текстовые сообщения, формируемые автоматически (по нарушению заданных границ) или по событиям, вычисляемых с помощью описанных выше формул. Автоматические сообщения (в MasterSCADA они называются системные) могут быть настроены или отключены на соответствующих закладках дерева системы для системы в целом или для отдельных компьютеров в частности. Вычисляемые (пользовательские) сообщения формируются на закладке переменных типа "Событие". Такие сообщения кроме текста могут содержать необходимое количество значений параметров, например, "Температура воды 95 градусов, закипит через 5 минут". Здесь повод к выдаче со-



общения - превышение температурой заданной границы, с указанием времени до закипания, вычисленного по текущему давлению, расходу энергии на подогрев и другим параметрам.

Включение параметра в пользовательские сообщения делается стандартным для MasterSCADA перетаскиванием необходимого параметра в список используемых переменных с опи-

санным выше подразделением на формальные и фактические параметры с целью смены источников значений в любой момент без редактирования текста сообщения. Из списка в сам текст параметр вставляется кнопкой "Добавить" или как обычно в таких случаях двойным щелчком мыши. Способов представления текстовых сообщений несколько, включая всплывающее окно, строку состояния (статуса), журнал и др. В некоторых задачах, например, для контроля удаленных объектов, бывает удобно послать такое сообщение в виде SMS или по электронной почте. Все сообщения архивируются с необходимой разрабочнику длительностью хранения.

Архивирование параметра

Как мы уже отметили выше, в MasterSCADA, как впрочем и во всех без исключения SCADA (в отличие от HMI) системах, параметр и сообщения можно архивировать. Однако только MasterSCADA обладает огромной гибкостью в настройке этого процесса, места и формата хранения и т.п. В рамках темы данной статьи отметим только, что мы можем организовать периодическое архивирование или архивирование по изменению значения (с учетом зоны нечувствительности), линейное или послойное архивирование (например, мгновенные значения температуры воздуха в течение суток, среднечасовые - в течение месяца, среднесуточные в течение срока наблюдения).

Переменные MasterSCADA автоматически начинают архивироваться, если они используются в приложениях, которым нужны архивы - тренды, функции доступа к архиву и т.п. Наряду с этим признак архивирования можно задать и "вручную". Для этого необходимо на странице свойств параметра "Общие" установить флаг "Архивировать". Если большинство переменных объекта должны попадать в архив, то в этом случае проще воспользоваться возможностью наследования настроек от родительского к дочернему элементу, и соответствующий флаг установить на уровне объекта, которому принадлежит данный параметр.

Использование параметра в отчетах

Наряду с оперативным контролем процесса необходимо и подведение итогов работы объекта за опреде-

ленные интервалы времени - час, смена, сутки, месяц и т.п. Обычно в качестве такого результирующего документа используют печатные отчеты. В текущей версии MasterSCADA в качестве приложения для формирования отчетов используется Microsoft Excel - признанный лидер работы с таблицами, которые являются основным элементом большинства отчетов, поэтому не удивительно, что данное приложение интегрировано в MasterSCADA. В дальнейшем, однако, для повышения гибкости и удобства работы будет выпущено более специализированное приложение.

Отчет можно создать на странице свойств объекта "Рапорт". Как читатель уже догадался, для того чтобы поместить параметр на форму отчета необходимо просто перетащить его из дерева в нужную ячейку таблицы. В отчет обычно включают уже обработанные параметры (средние или интегральные за заданный период). Для облегчения создания типовых отчетов в палитре MasterSCADA имеются функциональные блоки, которые перетаскиваются на лист Excel целиком, сразу формируя там таблицу сменного, суточного или иного периодического рапорта.

Продолжение следует...

Узкие рамки статьи не позволили нам детальнее рассмотреть использование измеряемых параметров в MasterSCADA. Как всякий гибкий инструмент визуального программирования MasterSCADA практически ничем не ограничивает разработчика в создании систем контроля и обработки параметров. Практически все типовые задачи в MasterSCADA решаются "в одно касание" мыши, практически любые более сложные задачи и действия также реализуемы, но требуют несколько больших усилий разработчика. Практикуйтесь - и сможете создавать системы любой сложности.

В следующих статьях мы подробнее рассмотрим создание и использование мнемосхем, трендов, архивов, других возможностей MasterSCADA.