

MasterSCADA шаг за шагом. Управление вообще и Команда в частности

*Команда – «автоматически передаваемый сигнал, вызывающий действие какой-нибудь системы, механизма»
С.И.Ожегов, «Словарь русского языка»*

Назначение и источник Команды

Как просто и как точно определена команда в словаре. Как будто специально сформулировано для использования в описании систем автоматизации. Но сформулировано во времена, когда об автоматизации, в современном, конечно, представлении, задумывались только пионеры нашей профессии, а SCADA-системам еще предстояло появиться на свет. Попробуем подробно изучить сущность и практическое применение этого термина в рамках идеологии MasterSCADA.

Итак, Команда – это, прежде всего переменная MasterSCADA, передающая управляющий сигнал, генерируемый нашей автоматизированной системой или ее оператором-человеком, получателю этого самого «автоматически передаваемого сигнала, вызывающего действие». Под действием здесь следует понимать любое управление чем-либо, как вне нашей системы управления, так и внутри ее. Проще говоря, с помощью переменной Команда мы можем не только управлять связанными с выходами нашей системы управления исполнительными механизмами, но и использовать ее выходные значения для организации управления работой самой системы, в частности вызовом на экран необходимых мнемосхем или документов, задания уставок и т.п.

Если внимательно рассмотреть цепочку, по которой проходит Команда, например, к исполнительному механизму, она окажется совсем не такой простой, как можно было предположить.

Во-первых, источник Команды – всегда результат работы MasterSCADA. Команда, в первую очередь, может исходить от оператора компьютера, управляющего технологическим процессом через интерфейс пользовательской мнемосхемы, имеющей соответствующий элемент управления – кнопку или задатчик для изменения аналогового параметра. Команда также может быть сформирована по изменению любого свойства элемента мнемосхемы, которое у данного элемента может быть изменено воздействием оператора. И, наконец, команда может быть сгенерирована автоматически по вычисленному событию (в MasterSCADA есть переменные Событие) или расписанию (свойство любого объекта проекта),

Путь доставки команды к исполнительному устройству

Для управления внешним устройством (исполнительным механизмом) Команда должна иметь возможность изменять состояние выхода контроллера, физически выполняющего функции управления. Тип, марка и производитель такого контроллера могут быть любыми, но для обеспечения работоспособности должно выполняться одно важное условие: контроллер должен быть связан с нашей системой управления не только физически, например, по сети Ethernet или через радиомодем, но и с помощью специальной программы связи. Если контроллер программируется в среде MasterSCADA (имеет исполнительную систему MasterPLC), то эта программа (драйвер) скрыта от пользователя, которому достаточно только настроить канал связь с «нашим» контроллером на странице его свойств (обычно уже установленные настройки годятся для большинства применений). В случае, когда используется внешнее устройство со своей собственной системой программирования или конфигурирования, необходимо использовать специальную программу, называемую OPC-сервером. OPC-сервер разрабатывается, как правило, производителем контроллеров и обычно поставляется вместе с ним. Иногда такие серверы поставляют независимые разработчики (в частности, ИнСАТ) или разрабатывают специально для конкретной системы (например, с использованием специального инструментария MasterOPC Toolkit). В ряде случаев контроллер поддерживает обмен данными по какому-либо из стандартных протоколов связи типа Modbus. В таких ситуациях можно взять универсальный сервер для этого протокола (для Modbus это может быть Modbus MasterOPC

Server). Назначение OPC-сервера – сделать входы-выходы и внутренние переменные контроллера доступными для использования программным обеспечением подключенного к нему компьютера. По сути, OPC-сервер обеспечивает нам стандартизованный (стандарт утверждается организацией OPC Foundation) программный интерфейс с датчиками и исполнительными механизмами, подключенными к контроллеру. Все вышеизложенное нужно нам только для общего понимания состава используемого программного обеспечения, а при разработке проекта нам будет достаточно видеть переменные MasterSCADA, соответствующие входам-выходам и внутренним переменным контроллера.

Создание управляющего выхода системы

Итак, для создания физической связи с выходом контроллера нам надо сделать следующую последовательность действий:

Для «нашего» контроллера. В узел «компьютер» дерева системы вставить контроллер выбранного типа, в контроллер вставить нужный набор модулей ввода-вывода, настроить, если это необходимо, каналы связи и периоды опроса.

Для «чужого» контроллера или устройства. В узел «компьютер» дерева системы вставить OPC-сервер выбранного типа (при необходимости другой командой того же меню выполнить поиск серверов), в сервер вставить выбранные переменные (при необходимости создав группы для лучшей структуризации списка), настроить, если это необходимо, периоды опроса.

Создание Команды

Логика управления в MasterSCADA формируется в дереве объекта. Для этого в нем создается иерархия папок-объектов, соответствующая иерархии управляемого технологического объекта. Объект нижнего уровня обычно соответствует конкретному технологическому агрегату, аппарату и т.п. и должен содержать наряду с исполнительными механизмами и датчиками команды управления как агрегатом в целом, так и каждым исполнительным механизмом, который к нему относится. Если исполнительный механизм реализуется библиотечным функциональным блоком (ФБ) MasterSCADA, то команда уже входит в состав его окна управления и передается после внутренней обработки на выходы ФБ. В случае самостоятельной реализации в проекте отдельного исполнительного механизма или органов управления аппаратом в целом в проект необходимо вставить (из контекстного меню, открывающегося по правой клавише мыши) переменную типа Команда. При создании проекта переменная может быть добавлена в объект любого уровня, кроме верхнего (подразумевающего все автоматизируемое производство в целом).

Создание связи Команды с физическим выходом контроллера

В результате наших действий в дереве системы появился управляющий выход контроллера (соответствующий физическому управляющему сигналу, подаваемому на магнитные пускатели, промежуточные реле и другие органы управления исполнительными механизмами), а в дереве объекта соответствующая ему команда. Теперь нам надо установить связь между ними. Просто перетащите одну переменную на другую (в любом направлении - см. Рис. 1, 2).

Очень важно осознавать, что любая переменная в MasterSCADA имеет тип - аналоговый (вещественный или целый), дискретный (только 0/1 ИЛИ да/нет), строка, время, перечисление состояний (перечислимый тип) или диапазонов (интервальный). При связывании двух переменных в MasterSCADA та переменная, которая принимает значение, обычно наследует тип той переменной, которая его передает. В случае с выходом контроллера

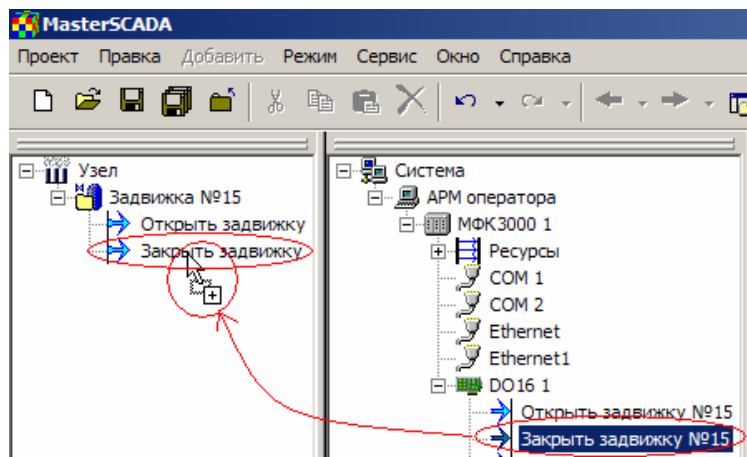


Рис. 1. Создание связи между переменными проекта при использовании контроллера

ситуация отличается, поскольку выход – это физическое устройство, которое может быть только дискретным или аналоговым. В последнем случае у него есть разрядность, определяемая разрядностью цифро-аналогового преобразователя. Поэтому, какую бы Команду из дерева объекта мы не связывали с выходом контроллера, ее тип будет преобразован к его типу. В отдельных случаях это может приводить к потере точности (об этом в момент связывания выдается предупреждение).

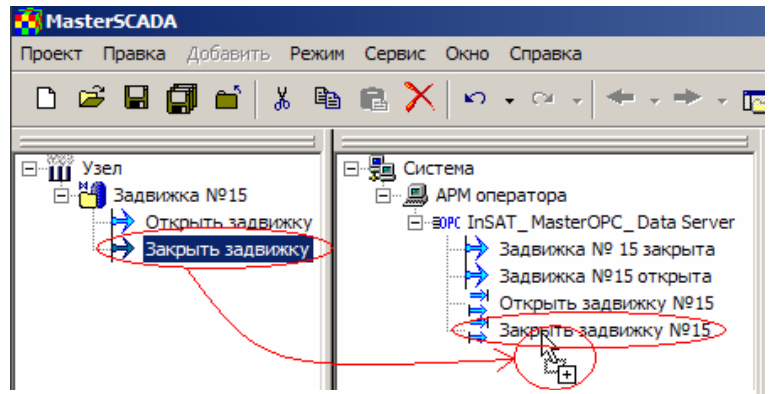


Рис. 2. Создание связи между переменными проекта при использовании OPC-сервера

Упаковка дискретных команд

Очень часто в контроллере с целью экономии места или пропускной способности канала связи используется упаковка многих дискретных команд в одно целочисленное значение, длиной в несколько байтов (1,2,4). В MasterSCADA такую упаковку для отправки в контроллер можно подготовить с помощью функционального блока «Упаковка» объединяющего до 32 входных дискретных сигналов в одно целое значение. Другой способ – это расчет по формуле, в которой производится логическое умножение команды с маской (переменной, содержащей единицу в необходимом битовом разряде). Все упаковываемые команды после такой обработки складываются, в результате чего получается результат, в котором каждая команда находится в предназначенном ей разряде. В контроллере обычно производится обратная разборка. Иногда это не требуется, так как исполнительная система изначально предполагает побитовую упаковку команд.

Настройка Команды

Базовые свойства переменной Команда

Рассмотрим подробнее свойства созданной переменной Команда, выделив ее в проекте.

Вкладка «Общие» определяет тип данных переменной, о котором мы говорили выше (см. Рис. 3). Для аналоговой команды может быть выбрана шкала, для дискретной – типизированные имена для состояний 0 и 1. Для дискретной команды также имеется возможность назначить сочетание «горячих» клавиш, нажатие которых в режиме исполнения приведет к изменению состояния выхода нашей Команды на противоположное.

На вкладке «Опрос» (см. Рис. 4) стоит настройка передачи данных «По изменению», которая предусматривает передачу значения команды потребителю в сразу после изменения ее значения (для аналоговой переменной изменение должно быть больше минимального значения, заданного в типовой шкале или переназначенного непосредственного здесь же).

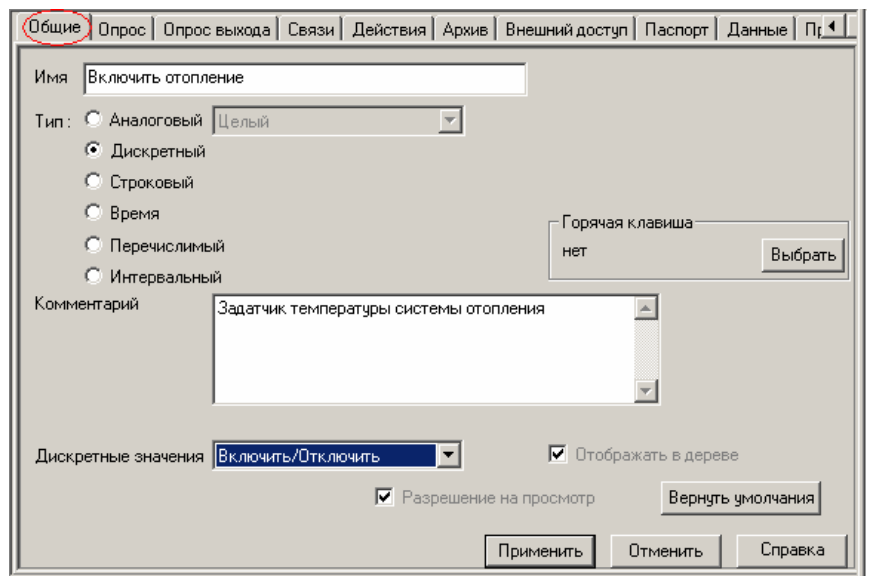


Рис. 3. Вкладка «Общие» палитры свойств переменной Команда

Система позволяет задать и

периодическую передачу значения, как бы подтверждающую текущее состояние команды, но в большинстве случаев это не требуется.

Настройки архива, паспорта, связей с потребителями значения (включая отображение в документах) для команды те же, что и для остальных переменных. При отладке проекта бывает также удобно посмотреть историю изменения значения Команды в таблице на закладке «Данные».

Обратная связь

Оператор, управляющий технологическим процессом, не может управлять вслепую. Ему обязательно надо убедиться в том, что команда, которую он отправил на объект, сработала. Переключился запорный исполнительный механизм, изменил положение регулирующий клапан, включился насос. Для быстродействующих исполнительных механизмов, имеющих датчики срабатывания (конечные выключатели, контакты магнитного пускателя и т.п.), обычно можно увидеть результат выдачи команды по отображению сигнала от датчика на мнемосхеме. Но как нам быть, если устройство медленное или такого датчика в системе нет. Не ждать же результата в виде изменения параметров управляемого процесса. В случае, если команда не сработала, а мы сидели и ждали, может быть уже поздно выдавать повторную команду – брака или, того хуже, аварии избежать не удастся. Чтобы выйти из такой ситуации, в MasterSCADA предусмотрен механизм обратной связи, позволяющей выбрать переменную, которую мы вне очереди опрашиваем сразу после передачи команды (выбор производится перетаскиванием переменной в соответствующее поле – см. рис. 5). В простейшем случае это может быть та же самая переменная, которой мы управляем. Но поскольку мы ее читаем из контроллера, это позволяет убедиться в том, что до контроллера, следовательно до его выхода, она дошла. Но в качестве обратной связи мы можем назначить и сигнал от конечного выключателя, магнитного пускателя и т.п., и тем самым замкнуть наш контур управления уже на физическом уровне.

Если мы пользуемся обратной связью, то в качестве отображения для команды используется не ее значение, а значение переменной обратной связи. Единственным исключением является момент от ввода новой команды до получения нового значения обратной связи по опросу. Это время можно искусственно увеличить настройкой «Блокировка обратной связи» на закладке «Опрос», чтобы не получать старое значение до расчетного времени срабатывания команды.

Здесь надо обратить внимание на одну тонкость. Поскольку система у нас замкнутая, то полученное по обратной связи значение опять будет передано на выход Команды. В большинстве случаев это не требуется, поэтому установкой флажка «Не передавать данные обратной связи» (закладка «Общие») можно контур разомкнуть и запретить передачу этого значения на выход Команды.

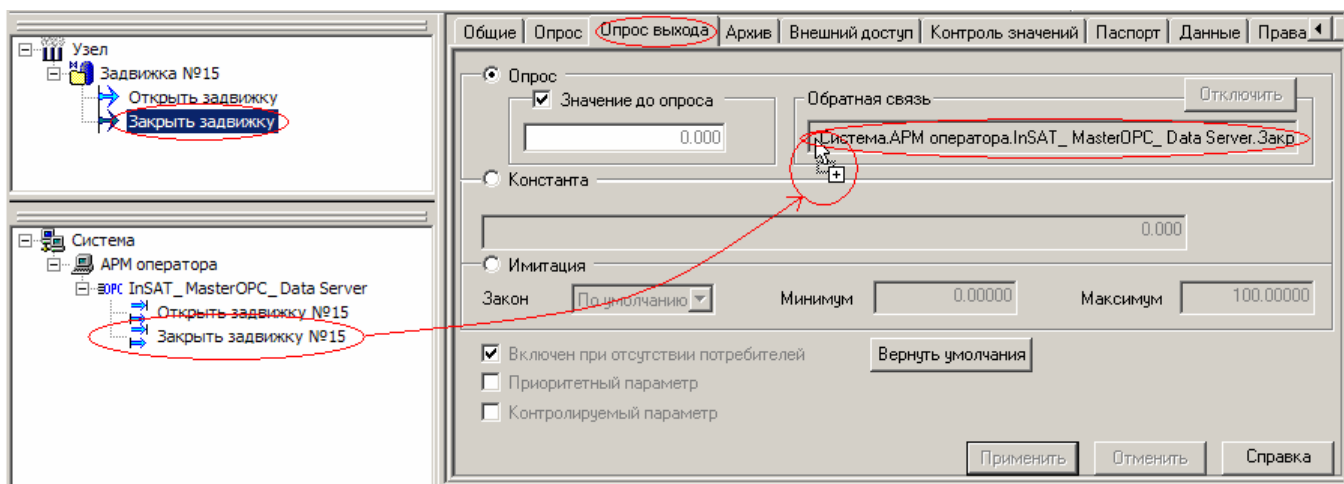


Рис. 5. Вкладка «Опрос выхода» палитры свойств переменной Команда

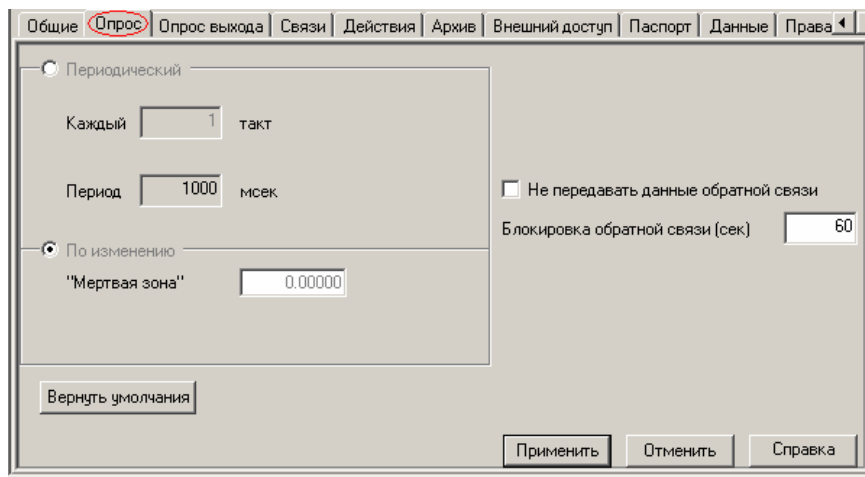


Рис. 4. Вкладка «Опрос» палитры свойств переменной Команда

Особенности передачи значения команды потребителям

Для тестовых, отладочных и других целей на вкладке «Опрос выхода» (см. Рис. 5) мы можем задать в качестве значения команды константу или динамически формируемое генератором имитационное значение. Однако, если мы выбрали «нормальное» использование команды (вариант «Опрос»), то нам надо «тонко» настроить способ формирования и отображения значения. Кроме уже упоминавшейся особенности отображения и передачи значения обратной связи, можно выбрать значение команды «до опроса», то есть до того момента, пока оператор или иной источник данных не задаст ее значения.

Кроме этого, снятием флажка «Включен при отсутствии потребителей» можно отключить обработку системой этой переменной (то есть запретить использование системных ресурсов) в то время, когда она не используется.

Отсутствием потребителей считается ситуация, в которой:

- нет ни одной связи с окном (мнемосхемой, и т. д.), которое в настоящий момент является открытым. Связи с закрытыми окнами не считаются.
- нет ни одной связи с другим элементом, или все элементы, с которыми связана Команда, сами являются "отключенными при отсутствии потребителей".

Очевидно, что в такой ситуации формирование значений переменных элемента не имеет смысла, так как они нигде не используются.

Восстановление при рестарте системы

Отдельно необходимо дать некоторые пояснения относительно возможности восстановления значений переменных MasterSCADA при рестарте системы, например, в связи с перезагрузкой по отказу электропитания. Для активизации этой возможности нужно установить флажок «Восстановление при рестарте». В основе механизма лежит периодическое сохранение всех элементов проекта, которые потребуются восстанавливать, в специальный служебный файл. Значения Команд сохраняются при каждом их изменении.

На вкладке «Опрос» головного элемента дерева системы в поле «Горячий рестарт» можно определить период актуальности сохраненных для рестарта значений. Очевидно, что во многих случаях при перезагрузке спустя длительное время сохраненные значения уже не являются актуальными. На закладке «Восстановление при рестарте» той же вкладки при необходимости уточняется перечень восстанавливаемых элементов. Это можно сделать не только для системы в целом, но и каждого ее узла индивидуально.

Управление выходами контроллеров из внешних систем

Если для объекта указано, что его логика реализуется в контроллере (а не компьютере), то есть на закладке «Общие» объекта указано, на каком контроллере она будет выполняться, то этот объект может взаимодействовать с «чужими» для нашей системы компьютерами или контроллерами по стандартному протоколу Modbus в качестве, как ведущего (Master), так и ведомого (Slave) устройства.

Для обеспечения управления нашей Командой извне на вкладке «Внешний доступ» можно разрешить внешний доступ к ней по сети MODBUS

Для реализации управления через выходы «чужого» контроллера надо у «нашего» контроллера назначить на один из портов протокол Modbus, создать необходимое число переменных, и перетащить Команду на любую из них.

Таким образом, внешнее управление может быть разрешено групповым образом для всех переменных контроллера, а наше управление через «чужое» устройство всегда задается индивидуально.

Управление и межконтроллерный обмен

Контроллеры с исполнительной системой MasterPLC могут обмениваться данными по каналам связи (если это разрешено в их свойствах). Это полезная возможность должна быть осознана разработчиком проекта, и использоваться только с полным пониманием происходящего. Дело в том, что в рамках принятой в MasterSCADA идеологии прозрачного

доступа к элементам системы, если в проекте имеется связь между командой, сформированной в одном контроллере, и выходом, принадлежащем другому контроллеру, то никаких дополнительных действий по организации межконтроллерной связи предпринимать не требуется, данные будут передаваться при каждом их изменении. Вопрос только в том, сознательно ли сделана такая структура системы. В большинстве случаев грамотное распределение управляющей логики по контроллерам позволяет избежать перекрестных связей, а, следовательно, повысить живучесть системы.

Управление с помощью контроллеров, подключенных по сети Ethernet

Если контроллер с исполнительной системой MasterPLC подключается к нашей системе через Ethernet, это означает, что управление его выходами доступно с любого находящегося в сети компьютера без посредничества того компьютера, который назначен ему в проекте. В данном случае это назначение указывает только на первичный источник загрузки управляющей программы для контроллера. Будьте осторожны - не забудьте про права доступа.

Управление и межкомпьютерный обмен

Идеология прозрачного доступа в MasterSCADA распространяется и на межкомпьютерный обмен. Это означает, что если оператор открыл мнемосхему с органом управления, принадлежащем объекту, который обрабатывается другим компьютером (назначен на закладке «Общие» свойств объекта), то он может управлять этим объектом без каких-либо дополнительных настроек в проекте. Не забудьте продумать ограничение прав доступа!

Права доступа при управлении

Дважды мы уже напоминали о важности ограничения прав доступа на управление. Действительно, круг лиц, которые имеют право на управление, должен быть ограничен для обеспечения безопасности и контроля. Настройка этого выполняется на вкладке «Права доступа» Команды (см. Рис. 6), где уточняются применительно к данному элементу управления заданные для системы в целом ограничения прав доступа, необходимость подтверждения команд и фиксации управляющих воздействий в журнале контроля оператора.

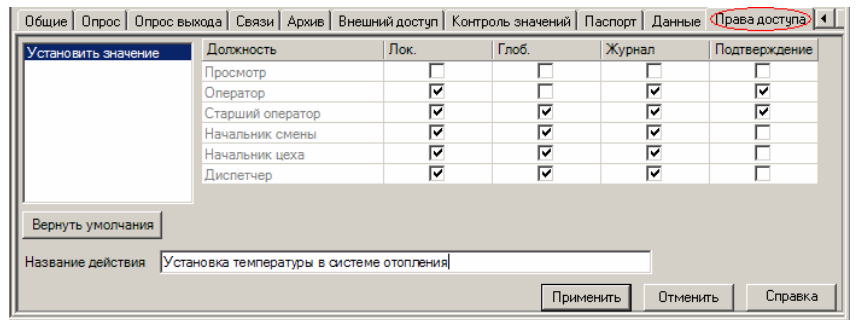


Рис. 6. Вкладка «Права доступа» палитры свойств переменной Команда

Управление с мнемосхемы

Визуализация переменной Команда

Откроем мнемосхему (любой документ, выбранный на закладке «Окна» родительского объекта Команды). Для создания управляющего элемента достаточно перетащить Команду из дерева в поле графического редактора мнемосхемы (рис. 7). Если это дискретная переменная, то будет вставлена кнопка, если аналоговая, то ее значение. Напомним, что MasterSCADA позволяет перетаскивать переменные в

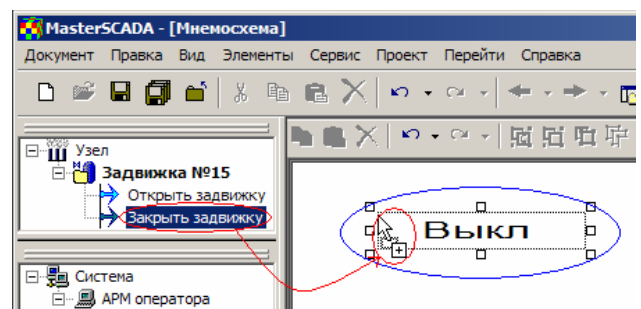



Рис. 7. Создание элемента управления перетаскиванием переменной в окно графического редактора

мнемосхемы не только левой, но и правой клавишей мыши. В последнем случае вам будет предоставлен выбор из разных способов представления. Так, для аналоговой переменной альтернативный вариант – это программный задатчик, а для дискретной – значение. Итак, одно движение мыши, и элемент управления уже работает! Чтобы убедиться в этом, сохраним проект и

запустим его в режиме отладки (кнопкой  или через меню «Режим»). По контекстному меню объекта в дереве перейдем к созданной мнемосхеме. Нажмем кнопку, или передвинем ползунок задатчика, либо введем значение команды. В дереве проекта рядом с именем переменной изменится ее значение. Таким образом, самый простой способ предоставления средств управления оператору мы освоили.

Остановим проект, нажав на кнопку Стоп с иконкой, знакомой каждому автомобилисту, вернемся к редактированию мнемосхемы и опробуем другие варианты визуализации.

Посмотрим для начала свойства созданных графических элементов (Рис. 8). Для начала изменим тип кнопки путем выбора значения Истина для свойства «Кнопка с фиксацией». И обратим внимание на то, что для изменения доступны практически любые визуальные свойства кнопки, и при желании можно придать элементу управления любой требуемый вид, например, задав разные изображения для нажатого и отжатого состояния кнопки. Мало того, средства динамизации изображения графического редактора MasterSCADA при необходимости предоставления оператору дополнительной информации позволяют менять любое свойство изображения (цвета, формы, положение, размеры, линии, тексты и т.п.) в зависимости от значения не только самой команды, но и любой другой переменной. Например, для того, чтобы обратить внимание на то, что управлять придется объектом, находящимся в состоянии аварии, можно задать мигание рамки кнопки красным цветом.

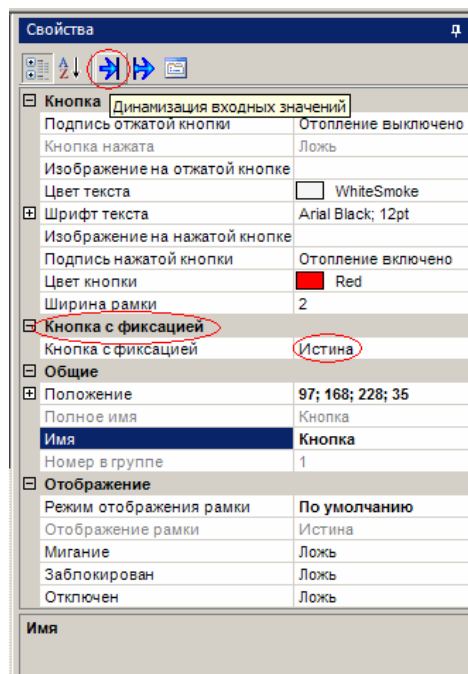


Рис. 8. Свойства графического элемента диалога «Кнопка»

Управление с других элементов мнемосхемы

Любой элемент мнемосхемы, меняющий свои свойства при воздействии на него оператора, может быть использован для выдачи команд. В стандартной библиотеке графического редактора MasterSCADA – это элементы разделов палитры «Элементы диалога» и «Управление». Посмотрим, например, как использовать в качестве команды элемент «Список». Вставим его в мнемосхему, откроем раздел «Выходы» в странице его свойств, нажав кнопку с изображением значка команды, и в первой строке увидим свойство «Номер выбранной строки». Перетащим на него Команду (с типом значений «Аналоговый целый» или «Перечислимый») из дерева объекта (кроме команды можно перетаскивать выходы ОРС-серверов, контроллеров, процедур баз данных). При выборе оператором строки из списка ее номер будет присвоен значению указанной переменной.

Покажем универсальность этого механизма. Вставим в мнемосхему «чужой» для MasterSCADA элемент ActiveX. Для этого воспользуемся органайзером ActiveX-элементов (меню Сервис в главном меню). Выберем из общего списка стандартный для Windows элемент «Календарь» (Calendar). Он появится в палитре мнемосхемы в разделе «Другие элементы ActiveX». Вставим его в окно мнемосхемы, и так же, как и для списка, откроем в свойствах элемента раздел выходов. Перетащим переменную из дерева проекта на свойство «Day» (День). Теперь при выборе оператором на календаре дня месяца его номер будет передан выбранной переменной. Заметим между строк, что для удобства на базе любого «чужого» элемента можно сделать с помощью создания библиотечного символа свой, спрятав ненужные свойства, и переименовав оставшиеся, например, с целью их русификации.

Управление с помощью визуальных функциональных блоков и их окон управления

Как мы уже ранее упоминали, в библиотеке стандартных функциональных блоков MasterSCADA много визуальных функциональных блоков, имеющих выходы. Например, задвижки, насосы, регулирующие клапаны и т.п. Формирование выходов этих блоков происходит в автоматическом режиме в результате выполнения реализованного в их программном коде алгоритма управления, а в режиме дистанционного управления за счет передачи на выход команд от органов управления, расположенных на изображении этого блока в мнемосхеме, либо в его окне управления, которое вызывается щелчком мыши по символу блока. Аналогичные блоки можно создавать и самостоятельно. Как обычно, в MasterSCADA, есть два пути. Первый - без программирования. Создается необходимый объект в дереве, а для него документы «изображение объекта» и «окно управления». Результат кладем в библиотеку, и используем по назначению. Второй вариант – программный. Подробное описание того, как это сделать, прилагается к каждому комплекту MasterSCADA.

Автоматическое управление

Подробное описание построения автоматических управляющих программ в MasterSCADA – это отдельная большая тема. Но для полноты взгляда на ручное управление кратко упомянем некоторые моменты.

Программное управление

Управляющие воздействия могут формироваться автоматически в результате выполнения программы, состоящей из функциональных блоков и расчетов. К примеру, функциональный блок «Программный задатчик» формирует свои выходы по определенному алгоритму, описанному в документации на него. Схема взаимосвязанных функциональных блоков, созданная в рамках конкретного проекта, может действовать по любому, сколь угодно сложному алгоритму, формируя в конечном итоге управляющие воздействия.

Выбор источника управления

Большинство ФБ исполнительных механизмов предусматривают переключение режима управления между автоматическим алгоритмом и оператором с помощью кнопки в их окне управления. В случае с алгоритмом управления, реализованным в виде схемы ФБ, необходимо самостоятельно реализовать такой переключатель. Для выбора источника управления в проекте можно задействовать два специальных блока переключателей – простой (для безусловного переключения режима) и переключатель по времени (для отправки на исполнение команды от того источника, который изменил значение последним).

Управление по расписанию

У любого объекта MasterSCADA есть закладка «Расписание». На этой закладке можно выбрать действие «Присвоить», после чего в поле «Документ» (название поля унаследовано от времен, когда этот инструмент работал только с документами – критику принимаем, в следующей версии постараемся переименовать в «Имя») перетаскиваем любую переменную, в том числе и Команду. Затем в поле «Параметр» вписываем константу или перетаскиваем переменную, значение которой должно быть присвоено нашей Команде. Для дискретных Команд можно также использовать действие «Выдать импульс», которое позволяет выдать импульс единичной длительности (то есть длительностью в один период опроса объекта). Список действий может содержать любое число команд. Время и периодичность их выполнения задаются в поле «Повтор».

Управление по событию

Переменная типа Событие в момент перехода в состояние Истина (с 0 на 1), как и расписание, может вызывать выполнение списка действий. Источником истинности события

может быть как получение значения 1 в результате вычисления формулы, заданной на одноименной закладке, так и оператор. Последний вариант реализуется, когда переменная Событие выступает в роли команды: при ее перетаскивании на поле мнемосхемы правой клавишей мыши она может быть представлена в качестве прямоугольной «зоны выбора», расположенной поверх любого изображения. При щелчке мышью в этой зоне в режиме исполнения событие станет истинным, и действия выполнятся.

«Кнопочная» навигация по документам проекта

При создании операторского интерфейса практически всегда недостаточно штатных средств навигации по проекту с помощью дерева или панели навигационных инструментов. Для создания разработчиком проекта собственной логики навигации есть несколько способов:

- зона выбора
- кнопка (или зона выбора), присваивающая значение дискретной команде, используемой в вычислении события, по которому производится действие открытия документа
- специальная кнопка вызова документов объекта
- элемент «Изображение объекта»

Последние два варианта мы подробно рассмотрим в одной из следующих статей.

Подводя итоги

К сожалению, размеры статьи не позволяют нам осветить некоторые вопросы подробнее. Но, тем не менее, главной цели мы добились – показали спектр основных возможностей MasterSCADA в области команд управления. Надеемся, что теперь вам будет легче ориентироваться в этом многообразии и вы сможете оценить, что гибкость и изобилие средств – это не лишнее усложнение, затрудняющее понимание продукта, а ваш надежный инструмент в создании удобных для оператора систем с красивым пользовательским интерфейсом.