

**Система ввода-вывода Fastwel I/O
Протокол DNP3**

Руководство по конфигурированию и программированию

ИМЕС.00300-02 33 03-6

Версия 2.0

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	6
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
2.1. ИНФОРМАЦИЯ О ПОДДЕРЖКЕ DNP3 В КОНТРОЛЛЕРАХ FASTWEL I/O	7
2.2. ВВЕДЕНИЕ В ПРОТОКОЛ DNP3	7
2.2.1. Назначение DNP3	7
2.2.2. Общие сведения об архитектуре DNP3	7
2.2.2.1. Уровни протокола DNP3	7
2.2.2.2. Принцип сетевого взаимодействия узлов DNP3	8
2.2.3. Прикладной уровень	9
2.2.3.1. Точки и типы точек	9
2.2.3.2. Группы и вариации	9
2.2.3.3. Объекты данных DNP3	11
2.2.3.4. Статические данные и события	11
2.2.3.5. Классы данных	11
2.2.3.6. Буферизация событий	12
2.2.3.7. Сведения о структуре фрагментов прикладного уровня	12
2.2.3.8. Формат слова внутренних индикаций (IIN)	14
2.2.3.9. Инициативные сообщения	14
2.2.4. Функция транспорта	15
2.2.4.1. Назначение функции транспорта	15
2.2.4.2. Структура сегмента функции транспорта	15
2.2.5. Канальный уровень	15
2.2.5.1. Сервисы канального уровня	15
2.2.5.2. Модель взаимодействия	15
2.2.5.3. Структура пакета канального уровня	15
2.2.5.4. Адресация узлов сети	16
2.2.6. Топология сети	17
3. КОНФИГУРИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ DNP3	18
3.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРВИСА DNP3 КОНТРОЛЛЕРОВ CPM712 И CPM713	18
3.1.1. Общие сведения	18
3.1.2. Характеристики DNP3-L2 Outstation по назначению	19
3.1.3. Характеристики канального уровня	19
3.1.3.1. Интерфейсы физического уровня	19
3.1.3.2. Размер кадра	20
3.1.3.3. Способы адресации	20
3.1.3.4. Режимы подтверждения	20
3.1.4. Характеристики прикладного уровня	20
3.1.4.1. Характеристики сетевого взаимодействия на прикладном уровне	20
3.1.4.2. Команды сброса	20
3.1.4.3. Параметры инициативных сообщений	21
3.1.4.4. Буферизация событий	21
3.1.4.5. Синхронизация времени	22
3.1.4.6. Типы объектов	22
3.2. НАСТРОЙКА СЕРВИСА DNP3 В КОНТРОЛЛЕРАХ FASTWEL I/O	27
3.2.1. Общие сведения	27
3.2.2. Настройка параметров протокола	27
3.2.2.1. Активация сервиса DNP3	27
3.2.2.2. Настройка параметров канального уровня	28
3.2.2.3. Настройка параметров прикладного уровня	35
3.2.2.4. Настройка параметров инициативных сообщений	37
3.2.2.5. Настройка сеансов связи с мастерами DNP3	38
3.2.3. Конфигурирование базы данных DNP3	40
3.2.3.1. Общие сведения	40
3.2.3.2. Секция бинарных входов (Binary Inputs)	44
3.2.3.3. Секция аналоговых входов (Analog Inputs)	47
3.2.3.4. Секция счетчиков (Counters)	50
3.2.3.5. Секция бинарных выходов (Binary Outputs)	54
3.2.3.6. Секция аналоговых выходов (Analog Outputs)	62
3.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ CODESYS 2.3 С СЕРВИСОМ DNP3	67
3.3.1. Общие сведения	67
3.3.2. Доступ к объектам базы данных	67
3.3.2.1. Управление флагами точек DNP3	67
3.3.2.2. Формирование значений для входных точек	69
3.3.3. Библиотека FastwelDNP3Control.lib	69
3.3.3.1. Общие сведения	69
3.3.3.2. Добавление библиотеки FastwelDNP3Control.lib в проект	70

3.3.3.3.	Декларация и вызов экземпляров функциональных блоков.....	70
3.3.3.4.	Функциональные блоки DNP_FZN_WORD/DWORD_DIRECT.....	71
3.3.3.5.	Функциональный блок DNP_CROB_DIRECT	72
3.3.3.6.	Функциональные блоки DNP_AOB_INT/DINT/REAL_DIRECT	72
3.3.4.	<i>Диагностика соединений с мастерами DNP3.....</i>	<i>73</i>
4.	СРЕДСТВА СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ CODESYS 2.3 И КОНТРОЛЛЕРАМИ	
	CPM712/CPM713 ПО DNP3	74
4.1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	74
4.2.	НАЗНАЧЕНИЕ ДРАЙВЕРА СЕРВЕРА CoDeSys GATEWAY SERVER для DNP3.....	74
4.3.	СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА МЕЖДУ CoDeSys GATEWAY SERVER И CPM712/CPM713 ПО ПРОТОКОЛУ DNP3.....	74
4.4.	ФАЙЛ СЦЕНАРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КАНАЛООБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРОЙ (МОДЕМОМ)	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	79

Торговые марки

ДОЛОМАНТ™, ФАСТВЕЛ™, Fastwel™ – официально зарегистрированные торговые марки ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ», Москва, Российская Федерация.

Кроме того, настоящий документ может содержать наименования, фирменные логотипы и торговые марки, являющиеся зарегистрированными торговыми марками, а следовательно, права собственности на них принадлежат их законным владельцам.

Права собственности

Настоящий документ содержит информацию, которая является собственностью ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ». Он не может быть скопирован или передан с использованием известных средств, а также не может храниться в системах хранения и поиска информации без предварительного письменного согласия ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ» или одного из ее уполномоченных агентов. Информация, содержащаяся в настоящем документе, насколько нам известно, не содержит ошибок, однако, ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ» не может принять на себя ответственность за какие-либо неточности и их последствия, а также ответственность, возникающую в результате использования или применения любой схемы, продукта или примера, приведенного в настоящем документе. ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ» оставляет за собой право изменять и усовершенствовать как настоящий документ, так и представленный в нем продукт по своему усмотрению без дополнительно извещения.

Контактная информация

Изготовитель – ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»:

Почтовый адрес: Россия, 117342, Москва, ул. Введенского, д.3

Телефон: +7 (495) 232-2033

Факс: +7 (495) 232-1654

Электронная почта: info@dolomant.ru

Web: <http://www.dolomant.ru>

Служба технической поддержки:

Телефон: +7 (495) 232-1698

Электронная почта: support@fastwel.ru

Эксклюзивный дистрибьютор компания «Прософт»

Электронная почта: info@prosoft.ru

Web: <http://www.prosoft.ru/>

Телефон: +7 (495) 234-0636

Факс: +7 (495) 234-0640

Авторское право

Это Руководство не может быть скопировано, воспроизведено, переведено или конвертировано в любую электронную или машиночитаемую форму без предварительного письменного разрешения ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ».

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство содержит указания по настройке и программированию сетевых средств протокола DNP3-L2 Outstation в контроллерах CPM712 и CPM713 комплекса Fastwel I/O в среде CoDeSys 2.3 фирмы 3S-Smart Software Solutions.

При работе с настоящим руководством следует также пользоваться следующими документами:

ФАПИ.421459.700 РЭ. Распределённая система ввода–вывода FASTWEL-I/O. Руководство по эксплуатации

ИМЕС.00300-02 33 03-1. Контроллеры CPM711/CPM712/CPM713. Руководство программиста

Предполагается, что пользователь Fastwel I/O знаком с принципами построения промышленных сетей и является квалифицированным пользователем операционной системы MS Windows® любого из выпусков: XP, Vista®, 7, 8.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Информация о поддержке DNP3 в контроллерах Fastwel I/O

Контроллеры узла сети CPM712 и CPM713 серии Fastwel I/O, начиная с версии 2.62, содержат реализацию протокола DNP3-L2 Outstation, который может функционировать через любой из встроенных последовательных портов интерфейса RS-232C/RS-485, а также через интерфейсные модули NIM741 и NIM742.

Настоящее руководство содержит общие сведения о протоколе DNP3 и указания по настройке и применению протокола в приложениях CoDeSys 2.3, разрабатываемых для контроллеров CPM712 и CPM713.

Спецификация протокола DNP3 содержится в документе IEEE Std 1815-2012 IEEE Standard for Electric Power Systems Communications–Distributed Network Protocol (DNP3), который поддерживается и распространяется организацией DNP Users Group (<http://www.dnp.org>).

2.2. Введение в протокол DNP3

2.2.1. Назначение DNP3

DNP3 (Distributed Network Protocol 3.0 – распределенный сетевой протокол) является стандартным коммуникационным протоколом, разработанным для обеспечения наилучшей совместимости взаимодействия между различными автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП) в энергетике, включая такие ее отрасли, как электроэнергетика, добыча и транспортировка нефти и газа, а также водоочистка и водоподготовка.

DNP3 основан на существующих стандартах последовательной передачи данных и обеспечивает дополнительную гибкость и надежность сетевого взаимодействия за счет следующих функциональных возможностей:

1. Адресация более 65000 сетевых узлов.
2. Поддержка передачи сообщений по инициативе любого сетевого узла и широковещательных сообщений.
3. Поддержка подтверждений успешности обмена между узлами сети как на канальном, так и на прикладном уровнях.
4. Возможность передачи данных в разных форматах, а также с признаками качества и метками времени.
5. Возможность классификации и приоритизации данных на уровне сетевого взаимодействия и отнесения данных к разным группам для повышения эффективности использования канала связи с ограниченной пропускной способностью.
6. Возможность инициативной передачи данных при изменении их значений и/или состояния.
7. Поддержка различных видов команд телеуправления на уровне протокола, а также возможность одновременного запуска и выполнения нескольких команд в режиме select-before-operate (выбор перед выполнением).
8. Наличие протокола синхронизации времени.
9. Расширенные функции диагностики.
10. Возможность функционирования поверх имеющихся сетевых протоколов или использования имеющихся физических уровней протоколов (RS-232C и RS-485).

2.2.2. Общие сведения об архитектуре DNP3

2.2.2.1. Уровни протокола DNP3

Протокол DNP3 состоит из следующих уровней упрощенной модели сетевого взаимодействия Enhanced Performance Architecture (EPA):

1. Прикладной уровень (Application Layer) – определяет набор типов данных и операций, посредством которых осуществляется взаимодействие между приложениями и алгоритмами на разных узлах сети DNP3, а также формат передаваемых и принимаемых пакетов данных, при помощи которых осуществляется взаимодействие с нижележащим уровнем. Пакеты прикладного уровня в спецификации DNP3 и в настоящем руководстве называются *фрагментами*. Набор типов данных и операций над ними в спецификации DNP3 называется библиотекой объектов данных (Data Object Library), а совокупность объектов данных, являющихся экземплярами типов библиотеки и присутствующих в сети DNP3, называется *базой данных DNP3*.
2. Функция транспорта (Transport Function) – является подуровнем прикладного уровня, и предназначена для разбиения фрагментов при передаче и сборки фрагментов при приеме на пакеты, подлежащие передаче канальному уровню, которые в спецификации DNP3 и настоящем руководстве называются *сегментами*.
3. Канальный уровень (Data Link Layer) – является интерфейсом взаимодействия между функцией транспорта и физическим уровнем, либо между функцией транспорта и сервисом транспорта других сетевых протоколов. Основными функциями данного уровня являются адресация узлов DNP3 и обнаружение ошибок, для чего к сегментам добавляется заголовок канального уровня, а в поток данных вставляются 16-разрядные поля циклической контрольной суммы. Пакеты канального уровня, называемые далее *кадрами*, имеют формат FT3, определенный в спецификации IEC 60870-5-1:1990 (ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95).

Минимальной единицей передачи информации на всех уровнях протокола DNP3 является октет – последовательность из восьми информационных битовых полей. Для простоты изложения октет в настоящем документе будет называться байтом.

Упрощенная модель взаимодействия ведущего и подчиненного узлов DNP3 показана на рис. 1.

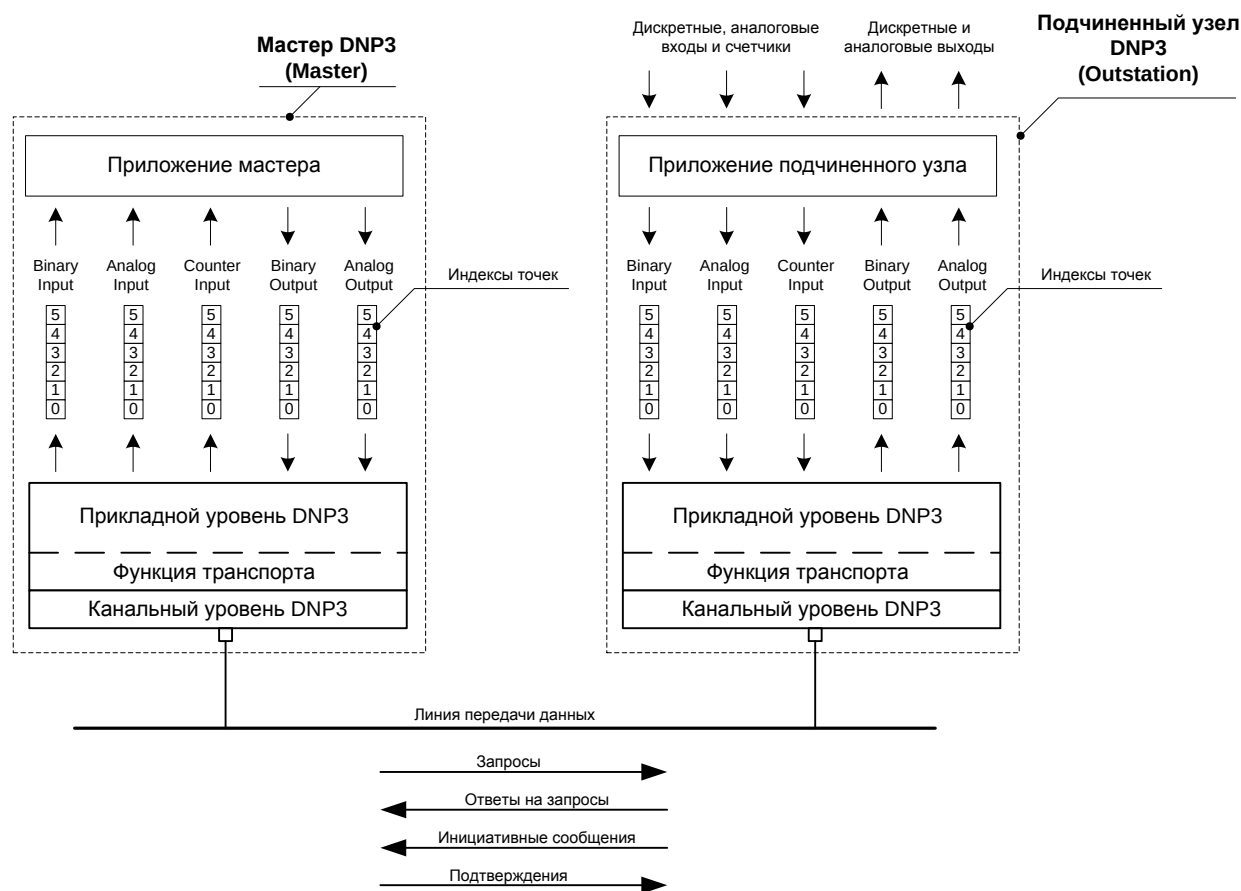


Рис. 1. Модель взаимодействия ведущего и подчиненного узлов DNP3

2.2.2.2. Принцип сетевого взаимодействия узлов DNP3

Приложение на ведущем узле сети (мастере), показанном слева на рис. 1, обращается с запросом к прикладному уровню мастера на получение данных от подчиненного узла. Запрос содержит код функции и описание объектов данных, которые требуется получить от подчиненного узла. Прикладной

уровень передает запрос функции транспорта для разбиения фрагментов запроса на сегменты, которые затем передаются на канальный уровень. Канальный уровень добавляет к сегментам информацию об адресации и информацию для обнаружения ошибок передачи, после чего пакеты передаются в линию передачи данных используемого физического уровня.

Канальный уровень подчиненного узла, показанного справа на рис. 1, получает байты сообщения из линии передачи данных, распознает пакеты FT3 канального уровня DNP3 и выявляет ошибки передачи. Если ошибок передачи не обнаружено, преобразуются в сегменты и передаются функции транспорта, которая собирает из них фрагменты исходящего запроса от мастера. Прикладной уровень подчиненного узла интерпретирует код функции и описание запрашиваемых объектов данных в полученных фрагментах, после чего, при наличии в базе данных подчиненного узла запрошенных объектов, формирует один или несколько фрагментов ответа, которые передаются мастеру через функцию транспорта, канальный и физический уровни.

Помимо получения объектов данных, мастер имеет возможность запуска команд управления на подчиненных узлах. Прохождение команд управления в целом идентично описанному прохождению запросов данных.

В некоторых случаях мастер сети не имеет возможности выполнять запросы данных подчиненных узлов по описанному сценарию, или такая возможность существенно ограничена пропускной способностью и/или доступностью используемых каналов связи. Для решения данной проблемы в протоколе DNP3 предусмотрен механизм инициативных сообщений (Unsolicited Responses). Если подчиненное устройство поддерживает данный механизм, то его данные могут быть переданы в адрес мастера при возникновении необходимых для этого условий, например, при изменении логического состояния некоторого дискретного сигнала или при превышении аналоговым сигналом некоторого заданного значения.

Таким образом, в сети DNP3 могут использоваться, одновременно или выборочно, сценарии взаимодействия путем опроса (poll) мастером подчиненных узлов и/или посредством инициативных сообщений (unsolicited responses) от подчиненных узлов мастеру.

2.2.3. Прикладной уровень

2.2.3.1. Точки и типы точек

В DNP3 *точкой* (point) называется уникально идентифицируемый элемент данных. Точкой может быть аналоговый или дискретный вход или выход некоторого устройства, либо переменная, используемая для вычисления некоторой физической величины.

Тип точки (point type) является средством логической группировки точек со сходными характеристиками или связанными с функционально идентичными физическими каналами устройств ввода-вывода. Например, целочисленные или булевы выходные переменные некоторого алгоритма на подчиненном узле могут быть отнесены к типам DNP3 *Аналоговый вход* (Analog Input) и *Бинарный вход* (Binary Input) соответственно.

В DNP3 разные типы точек моделируются отдельными массивами. Каждая точка уникально идентифицируется *индексом* в массиве, представляющим тип точки. Таким образом, для идентификации элемента данных в подчиненном узле DNP3 используются тип и индекс точки, на которую отображен элемент данных. Пример идентификации точек в приложении CoDeSys 2.3 для контроллеров CPM712 и CPM713 серии Fastwel I/O представлен на рис. 2.

2.2.3.2. Группы и вариации

Группы (group) обеспечивают способ классификации данных по способу их формирования и в отношении со временем. Например, у точки типа Counter (счетчик) могут быть следующие виды значений:

1. Текущее значение (current value) – относится к группе 20.
2. Зафиксированное значение (frozen value) – относится к группе 21.
3. Событие, связанное с изменением текущего значения (change of current value event) – относится к группе 22.
4. Событие, связанное с изменением зафиксированного значения (change of frozen value event) – относится к группе 23.

Вариации (variation) обеспечивают возможность мастерам сети выбирать различные форматы представления данных, запрашиваемых у подчиненного узла. Например, текущее значение аналогового входа, относящееся к группе 30, представляется следующими вариациями, каждая из которых может быть запрошена по сети:

1. Вариация 1 – 32-разрядное знаковое целое число с флагом.
2. Вариация 2 – 16-разрядное знаковое целое число с флагом.
3. Вариация 3 – 32-разрядное знаковое целое число.
4. Вариация 4 – 16-разрядное знаковое целое число.
5. Вариация 5 – 32-разрядное число в формате с плавающей точкой одинарной точности с флагом.
6. Вариация 6 – 64-разрядное число в формате с плавающей точкой двойной точности с флагом.

Сочетание группы и вариации некоторой точки в спецификации DNP3 и настоящем документе обозначается записью вида **gNvK**, где N – номер группы, а K – номер вариации.

Флагом (flag) является совокупность битовых полей, содержащих дополнительную информацию о качестве данных: доступность значения для мастера, признак перезапуска источника данных, выход значения за пределы допустимого диапазона и т.п.

Полный перечень групп и их вариаций приведен в описании библиотеки объектов данных спецификации DNP3. Перечень групп и вариаций, поддерживаемых сервисом протокола DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 представлен в п. 3.1.4.6 настоящего документа.

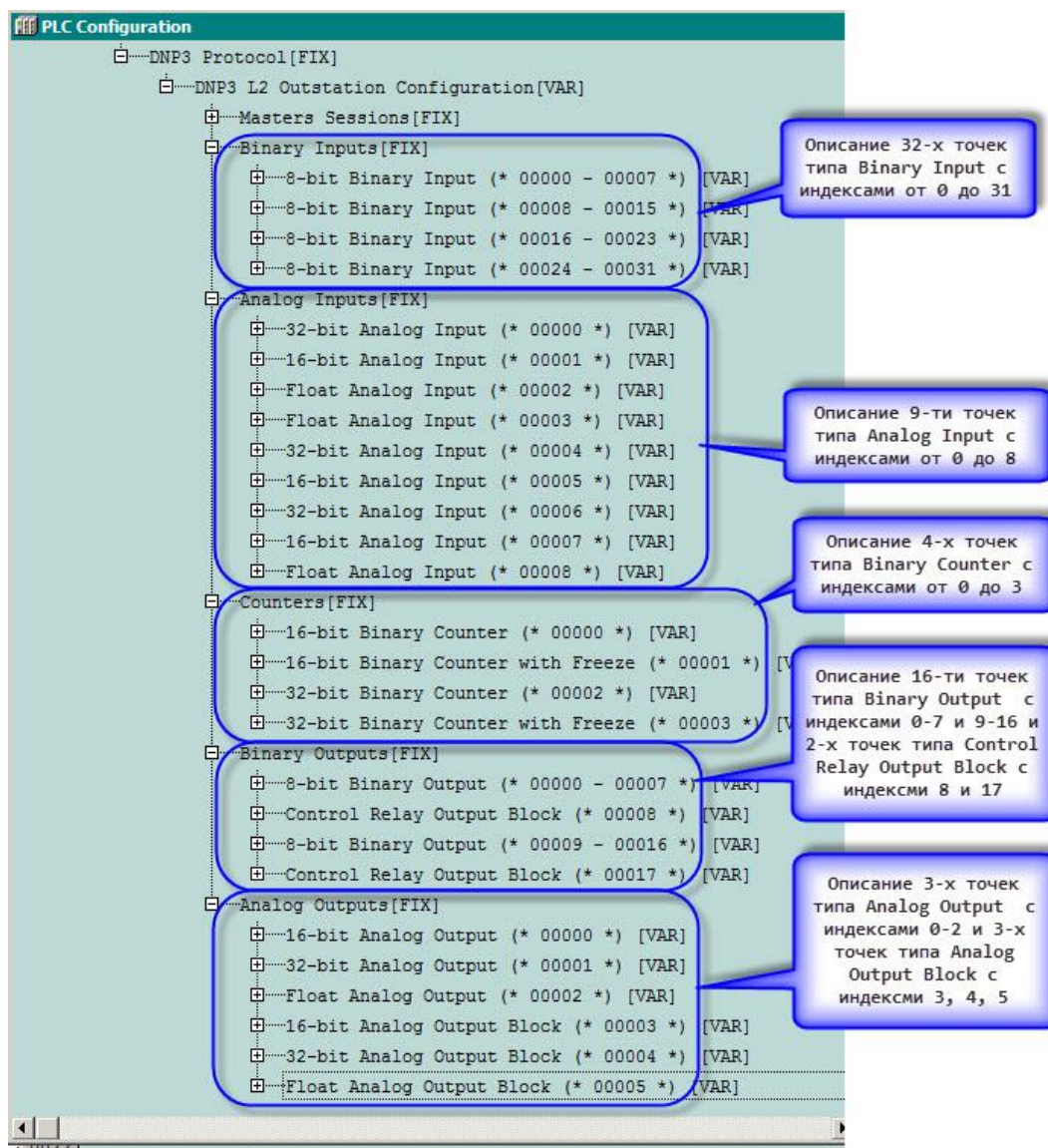


Рис. 2. Пример идентификации точек DNP3

2.2.3.3. Объекты данных DNP3

Объект DNP3 является представлением данных какой-либо точки или другой структуры данных библиотеки объектов данных DNP3, передаваемым в сообщении прикладного уровня DNP3 и кодированным в соответствии с правилами, установленными для группы и вариации, которые были запрошены для точки или другой структуры данных.

Сообщение прикладного уровня может содержать множество объектов, в том числе хранящих значения одной и той же точки в разные моменты времени. Понятие *экземпляра* (instance) используется для того, чтобы отличить один объект данных от другого в сообщении прикладного уровня.

2.2.3.4. Статические данные и события

В DNP3 имеется два основных вида данных, характеризующих состояние некоторой точки:

1. *Статические данные* (static data) – представляют текущее значение или логическое состояние точки, измеренное или определенное в наиболее близкий к сетевому запросу момент времени. В DNP3 имеется возможность запросить у подчиненного узла все его статические данные.
2. *События* (events) – информационные элементы, описывающие переходы точек из одного существенного состояния в другое. Например, к событиям относятся переходы бинарного входа из состояния логического нуля в состояние логической единицы и наоборот, выход значения аналогового входа за пределы заданного диапазона, изменение значения счетчика в заданном интервале и т.п. События представляются в виде наборов структурированной информации, включающих в себя тип события (бинарный вход, аналоговый вход, бинарный счетчик и т.п.), значение (Включен, Выключен, 1234 и т.п.), индекс точки, метка времени возникновения события, *класс* события, и признак наличия события в буфере для передачи.

Необходимо отметить разницу между понятием *событие* и понятием *объект DNP3, передающий информацию о событии*. Объект, передающий информацию о событии в сообщении прикладного уровня DNP3, является стандартизованным представлением событий, которые могут происходить или фиксироваться в приложении подчиненного узла. При этом события фиксируются и хранятся в подчиненных узлах DNP3 по правилам, установленным самими разработчиками приложений или производителями подчиненных узлов, но формат и способ передачи информации о событиях по сети DNP3 регламентированы спецификацией протокола DNP3.

2.2.3.5. Классы данных

Классы используются в DNP3 для обеспечения возможности разделения статических данных и событий на несколько категорий:

1. Класс 0 – к данному классу относятся статические данные подчиненного узла.
2. Классы 1, 2, 3 – к данным классам относятся события.

Спецификация DNP3 не устанавливает порядок отображения приоритетов, срочности или важности событий на номера классов, это может быть сделано разработчиком системы на базе DNP3 с использованием стратегии, наиболее приемлемой для специфики приложения. Например, события наивысшего приоритета могут быть отнесены к классу 1, а наименее значимые события – к классу 3.

Точки большинства типов данных могут быть отнесены ко всем четырем классам.

Если точка отнесена к классу 0, то ее текущее значение должно быть передано подчиненным узлом в ответе на запрос данных класса 0 от мастера сети (Class 0 poll).

Если точка отнесена к классам событий 1, 2 или 3, подчиненный узел должен фиксировать, хранить и передавать информацию о событиях, связанных с данной точкой, в ответ на соответствующие запросы данных классов 1, 2 или 3 от мастера, и, кроме того, текущее значение или состояние точки должно передаваться мастеру в ответ на запрос данных класса 0.

Если же точка не отнесена к классам 1, 2 или 3, то подчиненный узел не должен фиксировать и хранить события, связанные с данной точкой.

2.2.3.6. Буферизация событий

Спецификация DNP3 не устанавливает каких-либо требований на способы буферизации информации о событиях, зафиксированных подчиненным узлом. Во многих реализациях стека подчиненного узла DNP3, включая используемый в контроллерах CPM712 и CPM713, применен следующий механизм:

1. Для каждого типа точек (бинарных и аналоговых входов и выходов, счетчиков и т.д.) создается отдельный буфер событий.
2. Если для буфера событий выбран метод сохранения «Последнее событие», то для каждой точки в буфере хранится только последнее зафиксированное событие.
3. Если для буфера выбран метод сохранения «Все события», то в буфер будут помещаться все события, зафиксированные для всех точек данного типа, и при переполнении наиболее «старые» события будут вытесняться из буфера более «новыми».

2.2.3.7. Сведения о структуре фрагментов прикладного уровня

Пакет, формируемый прикладным уровнем, называется фрагментом. Сообщения прикладного уровня могут быть входящими и исходящими и состоять из одного или нескольких фрагментов.

← Начало входящего фрагмента (фрагмента запроса)

Заголовок запроса прикладного уровня	Заголовок первого объекта	Объекты DNP3	...	Заголовок последнего объекта	Объекты DNP3
--------------------------------------	---------------------------	--------------	-----	------------------------------	--------------

← Начало исходящего фрагмента (фрагмента ответа)

Заголовок ответа прикладного уровня	Заголовок первого объекта	Объекты DNP3	...	Заголовок последнего объекта	Объекты DNP3
-------------------------------------	---------------------------	--------------	-----	------------------------------	--------------

Рис. 3. Структура входящего и исходящего фрагментов DNP3

Структура фрагмента запроса и фрагмента ответа на запрос показаны на рис. 3.

Заголовки запроса и ответа содержат управляющую информацию запроса, при этом заголовок ответа имеет дополнительное 2-байтовое поле, используемое для индикации различных внутренних состояний подчиненного узла.

Описание части полей заголовка запроса, имеющего длину 2 байта, представлено на рис. 4.

Поле управления (1 байт)				Код функции (1 байт)	
Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 0–3	Бит 0–7
FIR	FIN	CON	UNS	SEQ	Код функции запроса, от 0 до 128

FIR = 1 : первый фрагмент сообщения

FIR = 0 : не первый фрагмент сообщения

FIN = 1 : последний фрагмент сообщения

FIN = 0 : не последний фрагмент сообщения

CON = 0 : подтверждение прикладного уровня не требуется

CON = 1 : требуется подтверждение прикладного уровня

UNS = 0 : последующие 4 бита поля SEQ содержат номер в последовательности запросов мастера

SEQ: номер последовательности запросов, циклически меняется 0 до 15

Рис. 4. Поля заголовка входящего фрагмента подчиненного узла DNP3

Описание части полей заголовка ответа или инициативного сообщения подчиненного узла, имеющего длину 4 байта, представлено на рис. 5.

Поле управления (1 байт)				Код функции (1 байт)		Слово внутренних индикаций (2 байта)	
Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 0–3	Бит 0–7	Бит 0–15	
FIR	FIN	CON	UNS	SEQ	Код функции ответа, от 129 до 255	см. п. 2.2.3.8	

FIR, FIN, CON аналогичны используемым во входящих фрагментах

UNS = 0 : последующие 4 бита поля SEQ содержат номер в последовательности ответа подчиненного узла на запрос мастера

UNS = 1 : последующие 4 бита поля SEQ содержат номер в последовательности фрагментов инициативных сообщений подчиненного узла

SEQ: номер последовательности фрагментов подчиненного узла, циклически меняется 0 до 15

Рис. 5. Поля заголовка исходящего фрагмента подчиненного узла DNP3

Описание полей слова внутренних индикаций приведено в п. 2.2.3.8.

Заголовки объектов служат для передачи информации об объектах DNP3, запрашиваемых или передаваемых в сообщении прикладного уровня. Поля заголовка объекта показаны на рис. 6.

Тип объекта (2 байта)		Квалификатор (1 байт)	Диапазон (зависит от значения квалификатора)
Группа (1 байт)	Вариация (1 байт)		

Рис. 6. Поля заголовка объекта DNP3

Поле **Группа** содержит номер запрашиваемой или передаваемой группы (см. 2.2.3.2), к которой относятся объекты данных, предваряемые заголовком (аналоговые или бинарные входы или выходы и т.п.).

Поле **Вариация** содержит номер вариации данных (см. п. 2.2.3.2), определяющей формат запрашиваемых или передаваемых данных. При этом нулевая вариация имеет специальное назначение: запрос мастера с вариацией 0 означает, что подчиненный узел может самостоятельно принять решение о формате, в котором запрошенные данные будут переданы мастеру.

Содержимое поля **Диапазон** зависит от значения поля **Квалификатор**.

Старший бит поля квалификатора (бит 7) зарезервирован для использования в будущем, и в настоящее время всегда равен 0.

Биты 4–6 поля **Квалификатор** содержит **Код префикса** объектов, следующих за заголовком, как показано на рис. 7.

Заголовок объекта	Префикс №1	Объект DNP3 №1	Префикс №2	Объект DNP3 №2	...	Префикс №n	Объект DNP3 №n
----------------------	---------------	-------------------	---------------	-------------------	-----	---------------	-------------------

Рис. 7. Префиксы объектов в сообщении DNP3

Код префикса объектов в битах 4–6 поля **Квалификатор** может принимать следующие значения:

- 0 – объекты после заголовка упакованы без префикса;
- 1 – каждый объект после заголовка предваряется своим индексом длиной 1 байт;
- 2 – каждый объект после заголовка предваряется своим индексом длиной 2 байта;
- 3 – каждый объект после заголовка предваряется своим индексом длиной 4 байта;
- 4 – каждый объект после заголовка предваряется своим размером длиной 1 байт;
- 5 – каждый объект после заголовка предваряется своим размером длиной 2 байта;
- 6 – каждый объект после заголовка предваряется своим размером длиной 4 байта;
- 7 – резерв.

В случаях, когда мастеру требуется запросить у подчиненного узла множество объектов одного типа, например, бинарных входов с произвольными несмежными индексами, то заголовок для запрашиваемых объектов содержит код префикса 1, 2 или 3 (в зависимости от размера индекса), а последующее тело сообщения только префиксы объектов, как показано на рис. 8.

Заголовок объекта	Индекс 1-го объекта	Индекс 2-го объекта	...	Индекс N-го объекта
----------------------	---------------------------	---------------------------	-----	---------------------------

Рис. 8. Список индексов запрашиваемых объектов

Биты 0–3 поля **Квалификатор** содержит **Код спецификатора диапазона**, следующего сразу после поля **Квалификатор**. Код спецификатора может принимать следующие значения:

0, 1, 2 – поле диапазона содержит начальный и конечный индексы объектов, следующих после заголовка. Длина каждого индекса составляет 1, 2 и 4 байта соответственно, т.е. длина полей диапазона – 2, 4 и 8 байт;

3, 4, 5 – поле диапазона содержит начальный и конечный виртуальные адреса объектов, следующих после заголовка. Длина каждого виртуального адреса составляет 1, 2 и 4 байта соответственно, т.е. длина полей диапазона – 2, 4 и 8 байт;

6 – поле диапазона не используется, что подразумевает запрос всех имеющихся данных;

7 – поле диапазона содержит 1-байтовый счетчик объектов, следующих после заголовка;

8 – поле диапазона содержит 2-байтовый счетчик объектов, следующих после заголовка;

9 – поле диапазона содержит 4-байтовый счетчик объектов, следующих после заголовка;

11 – поле диапазона описывает массив объектов переменной длины или объект без данных и содержит 1-байтовый счетчик объектов, следующих после заголовка. Для описания объекта без данных **Квалификатор** должен равен 11 (0xB), а поле **Диапазон** – 0.;

10, 12-15 – резерв.

2.2.3.8. Формат слова внутренних индикаций (IIN)

Для каждого мастера, с которым взаимодействует подчиненный узел, у подчиненного узла хранится отдельное **Слово внутренних индикаций** (Internal Indications), которое передается в заголовке исходящих фрагментов.

Описание полей слова внутренних индикаций приведено в табл 1.

Таблица 1. Битовые поля слова внутренних индикаций

Бит	Обозначение	Описание
IIN1.0	BROADCAST	Подчиненный узел получил широковещательное сообщение
IIN1.1	CLASS_1_EVENTS	Подчиненный узел имеет данные Класса 1
IIN1.2	CLASS_2_EVENTS	Подчиненный узел имеет данные Класса 2
IIN1.3	CLASS_3_EVENTS	Подчиненный узел имеет данные Класса 3
IIN1.4	NEED_TIME	Подчиненный узел запрашивает у мастера синхронизацию времени
IIN1.5	LOCAL_CONTROL	Некоторые выходные точки подчиненного узла находятся в режиме локального управления
IIN1.6	DEVICE_TROUBLE	Сбой или неустранимая ошибка в работе подчиненного узла
IIN1.7	DEVICE_RESTART	Подчиненное устройство перезапускается или перезапущено любым способом.
IIN2.0	NO_FUNC_CODE_SUPPORT	Запрос мастера содержал код функции, которая не поддерживается данным подчиненным узлом, или данный код функции не поддерживается для объектов, типы которых указаны в запросе.
IIN2.1	OBJECT_UNKNOWN	Для объектов данных, не являющихся событиями: подчиненный узел не поддерживает запрошенную операцию для объектов в запросе. Для событий: подчиненный узел не поддерживает запрошенные объекты событий, и объекты событий не определены на уровне реализации DNP3 (subset implementation level), который поддерживается данным подчиненным узлом.
IIN2.2	PARAMETER_ERROR	Данный бит устанавливается по одной из следующих причин: неправильно сформированный запрос объектов; запрос содержит вариацию, которая включена в уровень реализации DNP3 данного подчиненного узла, однако не поддерживается данным узлом; запрос использует квалификатор или иную опцию запроса, которая не поддерживается данным подчиненным узлом.
IIN2.3	EVENT_BUFFER_OVERFLOW	Переполнение буфера событий на данном подчиненном узле.
IIN2.4	ALREADY_EXECUTING	Данный бит является опциональным и указывает мастеру, что запрошенная операция не выполнена или не запущена, поскольку в момент поступления запроса не завершилась предыдущая аналогичная операция.
IIN2.5	CONFIG_CORRUPT	Данный бит является опциональным и не используется в большинстве подчиненных устройств.
IIN2.6	RESERVED_2	резерв, равен 0
IIN2.7	RESERVED_1	резерв, равен 0

2.2.3.9. Инициативные сообщения

Инициативными (unsolicited) называются сообщения, передаваемые подчиненным узлом в случайные моменты времени без запроса мастера, когда приложением подчиненного узла обнаружено некоторое значимое или существенное событие.

Данный механизм сетевого взаимодействия может иметь преимущества перед традиционным последовательным опросом подчиненных узлов со стороны мастера в случае, если имеется большое количество подчиненных узлов и один мастер. В таком случае время доставки информации об изменении состояния на одном из подчиненных узлов может оказаться значительно меньше, чем при использовании последовательного опроса.

С другой стороны, использование данного механизма может повлечь за собой значительные сложности, поскольку в используемом сетевом оборудовании должна учитываться возможность возникновения коллизий, а программная реализация мастера DNP3 должна быть рассчитана на поступление инициативных сообщений от любых подчиненных узлов в любой момент времени. Наконец, производительность системы может стать непредсказуемой в моменты, если одновременно происходит множество событий или когда подчиненным узлам требуется передать большое количество данных из-за длительного перерыва в связи с мастером сети.

2.2.4. Функция транспорта

2.2.4.1. Назначение функции транспорта

Функция транспорта является под-уровнем прикладного уровня, и предназначена для разбиения при передаче и сборки при приеме фрагментов прикладного уровня на пакеты, подлежащие передаче канальному уровню.

Фрагменты прикладного уровня могут иметь размер, значительно превышающий размер пакета канального уровня. Задача функции транспорта на передающей стороне состоит в разбиении фрагмента на пакеты, называемые сегментами, размер которых не превышает 250 байт. На приемной стороне функция транспорта восстанавливает фрагменты из принимаемых сегментов и передает прикладному уровню для последующей обработки.

2.2.4.2. Структура сегмента функции транспорта

Структура сегментов, формируемых функцией транспорта на основе поступающих фрагментов прикладного уровня, или получаемых от канального уровня, показана на рис. 9.

Заголовок (1 байт)			Данные прикладного уровня (1–249 байт)
Бит 7	Бит 6	Бит 0–5	
FIN	FIR	SEQUENCE	...

FIN = 1 : последний транспортный сегмент в серии
 FIN = 0 : не последний транспортный сегмент в серии
 FIR = 1 : первый транспортный сегмент в серии
 FIR = 0 : не первый транспортный сегмент в серии
 SEQUENCE: номер серии сегментов, циклически меняется 0 до 63

Рис. 9. Структура сегмента функции транспорта DNP3

Таким образом, серия сегментов, на которые разбивается фрагмент прикладного уровня, начинается с сегмента, у которого в заголовке установлен бит 6 (FIR), а заканчивается сегментом с установленным старшим битом заголовка (FIN).

2.2.5. Канальный уровень

2.2.5.1. Сервисы канального уровня

Канальный уровень DNP3 реализует следующие сервисы:

1. Инкапсуляцию транспортных сегментов в пакеты канального уровня для передачи по каналу связи.
2. Извлечение транспортных сегментов из пакетов канального уровня, принятых по каналу связи.
3. Обнаружение ошибок.
4. Адресацию узлов сети (станций), являющихся источниками и приемниками сообщений.
5. Необязательные к использованию сервисы подтверждения приема пакетов канального уровня, а также обнаружения потерянных или дублированных пакетов и управление потоком передачи.

2.2.5.2. Модель взаимодействия

Канальный уровень DNP3 использует транзакции для передачи данных канальному уровню другой станции DNP3. Транзакция состоит из одного или двух сообщений:

1. Сообщение запроса (request message) от устройства, инициирующего транзакцию, которое называется *первичной станцией*, другому устройству, называемому *вторичной станцией*.
2. Необязательное ответное сообщение от вторичной станции в адрес первичной станции.

В общем случае, запросы и ответы канального уровня передаются независимо от запросов и ответов прикладного уровня.

2.2.5.3. Структура пакета канального уровня

Структура пакета канального уровня DNP3, далее называемого *кадром*, показана на рис. 10. Кадр начинается со стартовой последовательности 0x05, 0x64, после которой следуют поля заголовка,

включая длину данных, поле управления передачей, адреса первичной и вторичной станций и поле контрольной суммы заголовка, и далее – блоки данных длиной до 16 байт, каждый из которых завершается полем циклической контрольной суммы длиной 2 байта.

Заголовок (10 байт)						1-й блок данных	N-й блок данных	
Start	Len	Ctrl	DestAddr	SrcAddr	CRC		CRCd	
0x05	0x64	1 байт	1 байт	2 байта	2 байта	2 байта	данные (16 байт)	2 байта
							данные (1–16 байт)	CRCd 2 байта

Start (2 байта) : стартовая последовательность кадра, содержит 0x05, 0x64

Len (1 байт) : кол-во байт в кадре, исключая Start, Len и все поля CRC. Возможные значения от 5 до 255

Ctrl (1 байт) : поле управления передачей

DestAddr (2 байта) : адрес станции-получателя (вторичной станции)

SrcAddr (2 байта) : адрес станции-отправителя (первичной станции)

CRC (2 байта): циклическая контрольная сумма, вычисленная для полей Start, Len, Ctrl, DestAddr, SrcAddr

CRCd (2 байта): циклическая контрольная сумма, вычисленная для блока данных.

Рис. 10. Структура пакета канального уровня DNP3

Минимальный кадр канального уровня DNP3 имеет длину 10 байт и содержит только заголовок. Длина кадра может составлять до 292 байт.

Поле управления передачей **Ctrl** служит для управления транзакциями, потоком передачи и восстановлением после ошибок. Структура поля управления показана на рис. 11.

Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 0–3
DIR	PRM	FCB	FCV	FUNCTION CODE
		0	DFC	

DIR = 1 : кадр передается от мастера подчиненному узлу

DIR = 0 : кадр передается от подчиненного узла мастеру

PRM = 1 : начало транзакции по запросу к канальному уровню мастера или подчиненного узла

PRM = 0 : завершение транзакции мастером или подчиненным узлом. Если PRM = 0, то бит 5 должен быть равен 0, а бит 4 имеет значение DFC.

FCB (Frame Count bit) : применяется совместно с FCV = 1 (Frame Count Valid) для синхронизации обмена при использовании сервисов обмена данными с подтверждением (Confirmed User Data). FCB используется для обнаружения потерянных или дублированных кадров от первичной станции вторичной.

DFC (Data Flow Control) : действителен в кадрах вторичной станции при равенстве 0 бита 5. DFC = 1, если вторичная станция больше не имеет свободных приемных буферов или если канальный уровень вторичной станции занят. DFC = 0, если канальный уровень вторичной станции готов к приему кадров.

FUNCTION CODE: код сервиса канального уровня, ассоциированного с кадром.

При PRM = 1 содержит код сервиса, передаваемого от первичной станцией вторичной, включая: сброс соединения, проверку соединения, сервис обмена данными с необходимостью подтверждения, сервис обмена данными без подтверждения и запрос статуса соединения.

При PRM = 0 содержит код сервиса от вторичной станции в сторону первичной, включая: позитивное подтверждение (ACK), негативное подтверждение (NACK), статус соединения и признак того, что последний запрошенный сервис не поддерживается.

Рис. 11. Структура поля управления

Подробная информация о кадре типа FT3 приведена в стандарте ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95.

2.2.5.4. Адресация узлов сети

Поле адреса получателя **DestAddr** в заголовке кадра канального уровня должно содержать индивидуальный адрес вторичной станции, которой передается кадр, в диапазоне от 0 до 65519, либо широковещательные адреса 65533 (0xFFFFD), 65534 (0xFFFFE) и 65535 (0xFFFFF).

Поле адреса отправителя **SrcAddr** кадров вторичных станций, передаваемых в ответ на запросы первичных станций с индивидуальными адресами в поле **DestAddr**, должно содержать только индивидуальный адрес вторичной станции.

Поле **SrcAddr** кадров первичных станций должно содержать индивидуальный адрес первичной станции.

Адрес 65532 (0xFFFC) называется *Self-Address* (собственный адрес) используется в случае, если адрес вторичной станции, поддерживающей механизм *Self-Address*, неизвестен первичной станции, но требуется организовать сетевое взаимодействие между станциями. Поле **SrcAddr** в заголовке кадра ответа вторичной станции на кадр запроса с адресом 65532 в поле **DestAddr** должно содержать текущий индивидуальный адрес вторичной станции, что позволяет первичной станции определить индивидуальный адрес вторичной.

Широковещательный адрес 0xFFFF в поле **DestAddr** означает, что кадр передается всем узлам сети, и для сброса бита IIN1.0 (BROADCAST) подтверждение со стороны прикладного уровня получателя возможно, но необязательно.

Широковещательный адрес 0xFFFFE в поле **DestAddr** означает, что кадр передается всем узлам сети, и для сброса бита IIN1.0 (BROADCAST) вторичной станции обязательно подтверждение со стороны прикладного уровня.

Широковещательный адрес 0xFFFFD в поле **DestAddr** означает, что кадр передается всем узлам сети, и для сброса бита IIN1.0 (BROADCAST) вторичной станции необязательно подтверждение прикладного уровня.

Адреса от 65520 (0xFFFF0) до 65531 (0xFFFFB) зарезервированы, и не должны назначаться узлам сети.

2.2.6. Топология сети

Контроллеры CPM712 и CPM713 могут использоваться в топологиях «звезда» и «шина», показанных на рис. 12.

Топология "Звезда"



Топология "Шина"

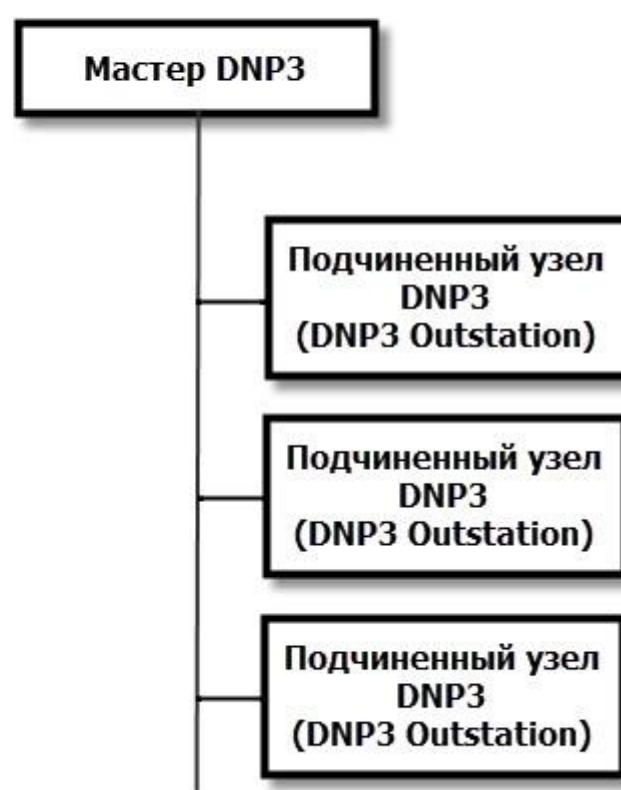


Рис. 12. Поддерживаемые сетевые топологии для контроллеров CPM712, CPM713

Одновременное применение нескольких станций-мастеров в любой из указанных топологий возможно, однако может приводить к непредсказуемым результатам, если в подчиненных узлах используются инициативные сообщения для передачи информации о событиях в адрес мастеров одновременно с использованием механизма опроса подчиненных узлов мастерами. Это связано с тем, что из-за коллизий узлы сети могут не иметь доступа к линии передачи данных в течение заранее неизвестных и достаточно длительных интервалов времени.

3. КОНФИГУРИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ DNP3

3.1. Функциональные возможности сервиса DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713

3.1.1. Общие сведения

Для унифицированного представления функциональных возможностей сервиса протокола DNP3, поддерживаемых тем или иным устройством, в спецификации протокола DNP3 введено понятие подмножества реализации (DNP3 subset implementation), описывающего совокупность функций и параметров протокола, реализованных в устройстве, а также набор поддерживаемых типов объектов данных DNP3.

Каждое подмножество реализации определяет т.н. уровень (Level), позволяющий в краткой форме обозначить совместимость устройства с тем или иным подмножеством реализации. В спецификации DNP3 определено четыре уровня совместимости, отличающихся по функциональной полноте, количеству поддерживаемых типов объектов данных и команд, и обозначаемых Level 1, Level 2, Level 3 и Level 4, или L1, L2, L3, L4. Например, обозначение *DNP3-L2 Outstation* указывает на поддержку устройством подмножества реализации Level 2, определенного для станций типа *подчиненный узел* (Outstation).

Деление на уровни применительно к устройствам конкретных производителей во многих случаях носит условный характер, устанавливая нижнюю границу совместимости, поскольку многие устройства, для которых декларирован некоторый уровень совместимости, в действительности поддерживают функции и типы объектов, формально относящиеся к более высоким уровням. Представление подмножества реализации DNP3 для некоторого устройства, также включающее в себя отличия от декларируемого уровня в сторону более высоких уровней, оформляется в виде документа, называемого *Профилем устройства* (Device Profile document).

Настоящий подраздел содержит текстовое описание профиля DNP3 для контроллеров CPM712 и CPM713 серии Fastwel I/O.

Подмножество реализации типов объектов данных DNP3 в настоящем подразделе приведено в табличном формате, показанном в табл. 2.

Таблица 2. Формат представления подмножества реализации прикладного уровня DNP3

Группа и вариация объекта DNP3			Возможный запрос мастера		Ответ подчиненного узла	
Группа	Вариация	Описание	Функция (dec)	Квалификатор (hex)	Функция (dec)	Квалификатор (hex)
30	4	Analog Input – 16-bit without flag (Аналоговый вход – 16 бит, без флага)	1 (read)	00, 01 (start-stop) 06 (no range, or all)	129 (response)	00, 01 (start-stop)

Столбцы **Группа** и **Вариация** в табл. 2 содержат полный идентификатор типа объекта DNP3 (см. п. 2.2.3.2), который может присутствовать в заголовке объекта фрагментов прикладного уровня (см. п. 2.2.3.7). Еще один способ представления информации о типе объекта, встречающийся в спецификации и других документах DNP3, выглядит так:

gGroupNum**v**VarNum

где *GroupNum* – номер группы, а *VarNum* – номер вариации, а **g** и **v** – префиксы группы и вариации. Например, тип объекта в табл. 2 может быть представлен в виде идентификатора *g30v4*.

Столбец **Описание** содержит текстовое описание типа передаваемого объекта данных.

Столбец **Возможный запрос мастера** содержит код функции в заголовке входящего фрагмента (см. рис. 4 п. 2.2.3.7), который будет обрабатываться подчиненным узлом, и допустимые значения квалификатора в заголовках объектов данного типа, передаваемых подчиненному узлу мастером (см. рис. 6 п. 2.2.3.7).

Например, для объектов типа *g30v4*, представленного в табл. 2, подчиненный узел будет обрабатывать запрос прикладного уровня с кодом функции 1 (read) в заголовке фрагментов и следующими квалификаторами в заголовках объектов:

00 – поле диапазона содержит начальный и конечный индексы длиной 1 байт каждый;

01 – поле диапазона содержит начальный и конечный индексы длиной 2 байта каждый;

06 – поле диапазона не используется, что означает возможность запроса всех объектов данного типа.

Если какие либо поля столбца **Возможный запрос мастера** пусты, это означает, что подчиненный узел не обязан обрабатывать запросы к указанному объекту на заявленном уровне совместимости.

Столбец **Ответ подчиненного узла** содержит код функции в заголовке исходящего фрагмента (см. рис. 5 п. 2.2.3.7), который будет формироваться подчиненным узлом в ответ на соответствующий запрос в столбце **Возможный запрос мастера**, и значения квалификатора в заголовках объектов данного типа, передаваемых мастеру (см. рис. 6 п. 2.2.3.7).

Например, для типа объекта в табл. 2 в ответ на запросы мастера с кодом функции чтения (1) к объектам g30v4 подчиненный узел будет передавать ответное сообщение прикладного уровня с кодом функции 129 (response) в заголовке фрагментов и следующими квалификаторами в заголовках объектов:

00 – поле диапазона содержит начальный и конечный индексы длиной 1 байт каждый;

01 – поле диапазона содержит начальный и конечный индексы длиной по 2 байта каждый

Если какие-либо поля столбца **Ответ подчиненного узла** пусты, это означает, что мастеру не требуется получать ответы на запросы к указанному объекту на заявленном уровне совместимости.

3.1.2. Характеристики DNP3-L2 Outstation по назначению

CPM712 и CPM713 являются программируемыми логическими контроллерами узла сети MODBUS RTU/ASCII и MODBUS TCP соответственно. Приложение для контроллера, разрабатываемое пользователем в интегрированной среде разработки CoDeSys 2.3, содержит реализацию прикладных алгоритмов на языках IEC 61131-3, конфигурацию модулей ввода-вывода, подключенных к контроллеру, а также конфигурацию сетевых сервисов, поддерживаемых контроллером, включая заданные пользователем параметры протокола и наборы коммуникационных объектов, на которые отображены переменные приложения.

Контроллеры CPM712 и CPM713, начиная с версии системного программного обеспечения 2.62, имеют встроенный сервис протокола подчиненного узла DNP3 (DNP3 Outstation) с подмножеством реализации Level 2.

Настройка параметров протокола, создание и конфигурирование базы данных DNP3, а также отображение точек базы данных DNP3 на переменные приложения контроллера, выполняются пользователем в адаптированной среде разработки CoDeSys 2.3 для контроллеров Fastwel I/O.

3.1.3. Характеристики канального уровня

3.1.3.1. Интерфейсы физического уровня

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 функционирует через интерфейсы физического уровня RS-232C и RS-485 при скоростях обмена от 1200 до 115200 бит/с.

В качестве порта интерфейса RS-232C может использоваться порт консоли COM1, расположенный на передней панели контроллеров под пластиковой крышкой, или порт (COM101–COM164) на основе модуля NIM742, добавленного в конфигурацию приложения **PLC Configuration** в виде элемента *NIM742 RS-232 1xUART Stream Module*. При использовании порта COM1 должен быть включен переключатель 4 блока переключателей используемого контроллера.

В качестве порта интерфейса RS-485 может использоваться порт COM2 контроллера CPM712, если в конфигурации приложения для элемента *Serial Port* выбрана опцию *Not Used*, или порт (COM101–COM164) на основе модуля NIM741, добавленного в конфигурацию приложения **PLC Configuration** в виде элемента *NIM741 RS-485 1xUART Stream Module*.

Сервис DNP3 обеспечивает три режима доступа к каналу:

1. *Прямой* – режим прямого доступа, при котором кадры канального уровня принимаются из канала связи и передаются в канал без какого-либо взаимодействия с каналобразующей аппаратурой.

2. *Модем* – перед началом работы сервиса происходит взаимодействие с каналобразующей аппаратурой посредством сценария, заданного в конфигурации приложения и содержащего набор АТ-команд.
3. *Программный* – перед началом работы сервиса приложение контроллера, разработанное пользователем в среде CoDeSys 2.3, самостоятельно устанавливает соединение через выбранный порт, после чего передает системный идентификатор канала сервису протокола DNP3.

ПРИМЕЧАНИЕ. В текущей версии (2.63) системного программного обеспечения контроллеров CPM712 и CPM713 сервис DNP3 поддерживает режим прямого доступа к каналу связи (*Прямой*) и режим *Модем*.

3.1.3.2. Размер кадра

Размер кадра канального уровня устанавливается в конфигурации приложения и может составлять от 28 до 292 байт.

3.1.3.3. Способы адресации

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 обеспечивает возможность установки адреса подчиненного узла от 0 до 65519 в конфигурации приложения, и поддерживает входящие кадры с адресом *Self-Address* (если включена опция **Отвечать на запрос адреса**). Более подробная информация о специальном адресе *Self-Address* приведена в п. 2.2.5.4.

Сервис DNP3 поддерживает прием входящих кадров канального уровня без проверки адреса отправителя (выключена опция **Проверять адрес отправителя**) либо с проверкой адреса отправителя.

При наличии проверки адреса отправителя (включена опция **Проверять адрес отправителя**) обеспечивается возможность организации сеансов связи с мастерами DNP3 в количестве до восьми.

3.1.3.4. Режимы подтверждения

Канальный уровень сервиса DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 поддерживает взаимодействие с канальным уровнем мастеров сети в следующих режимах:

1. *Без подтверждения*: в конфигурации приложения установлена опция **Режим подтверждения: Никогда**.
2. *С подтверждением многосегментных транзакций*: в конфигурации приложения установлена опция **Режим подтверждения : Иногда**, при этом подтверждаются только транспортные сегменты, используемые для передачи длинных фрагментов прикладного уровня, не укладывающихся в один кадр канального уровня, т.е. когда одновременно не установлены биты 6 и 7 (FIN и FIR) в заголовке принимаемого сегмента (см. п. 2.2.4.2).
3. *Всегда с подтверждением*: в конфигурации приложения установлена опция **Режим подтверждения : Всегда**.

3.1.4. Характеристики прикладного уровня

3.1.4.1. Характеристики сетевого взаимодействия на прикладном уровне

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 поддерживает взаимодействие между прикладным уровнем мастера и подчиненного узла по запросу мастера (*solicited*) и по инициативе подчиненного узла (*unsolicited*), с подтверждением и без подтверждения приложения. Виды взаимодействия на прикладном уровне настраиваются в конфигурации приложения.

Размеры входящего и исходящего фрагментов прикладного уровня могут устанавливаться отдельно в конфигурации приложения из диапазона от 100 до 2048 байт.

3.1.4.2. Команды сброса

Сервис DNP3 поддерживает команды холодного (*Cold*) и горячего (*Warm*) сброса, которые могут быть выполнены мастером. Команды имеют тот же эффект, что и одноименные команды, выполняемые при выборе пользователем команд меню **Online – Reset (cold)** и **Online – Reset** в главном меню среды разработки CoDeSys 2.3:

1. Команда холодного сброса (*Cold*) приводит к перезапуску контроллера с установкой начальных значений энергонезависимых переменных.

2. Команда горячего сброса (Warm) приводит к перезапуску контроллера, при котором энергонезависимые переменные сохраняют свои значения.

3.1.4.3. Параметры инициативных сообщений

Параметры инициативных сообщений сервиса DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 настраиваются в конфигурации приложения.

Инициативные сообщения могут быть глобально выключены или включены в зависимости от опции **Включить инициативные сообщения**.

Для объектов событий сервис DNP3 поддерживает три класса (Class 1, Class 2 и Class 3), каждый из которых может быть активизирован или блокирован в конфигурации приложения.

Для каждого из трех классов может быть установлено минимальное количество событий данного класса (от 1 до 255) в буфере, при достижении которого будет отправляться инициативное сообщение, а также задержка отправки инициативного сообщения с момента появления в буфере требуемого количества событий.

В конфигурации приложения также имеется возможность включения формирования сервисом DNP3 инициативного сообщения без данных с признаком перезапуска в соответствующей битовой позиции слова внутренних индикаций IIN1.7 (см. п. 2.2.3.8) при включении питания или перезапуске контроллера.

3.1.4.4. Буферизация событий

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 поддерживает пять отдельных буферов для событий, генерируемых по изменению состояния объектов типа Binary Input (бинарные входы), Analog Input (аналоговые входы), Counter (счетчики), Binary Output (бинарные выходы) и Analog Output (аналоговые выходы).

Размер каждого буфера устанавливается в конфигурации приложения и может составлять от 1 до 65535 событий. Для каждого буфера может быть установлен один из двух методов сохранения объектов-событий:

1. *Последнее событие* – для каждой точки в списке точек некоторого типа, отнесенной к какому-либо классу событий (1, 2 или 3), в буфере событий отводится одна ячейка, которая будет содержать только последнее событие, зафиксированное для данной точки.
2. *Все события* – для каждой точки в списке точек некоторого типа, отнесенной к какому-либо классу событий, в буфере событий будут сохраняться все обнаруженные события. При переполнении буфера обнаруженные новые события будут помещаться в буфер, вытесняя из него наиболее давние события.

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 имеет следующие средства фильтрации условий формирования событий для разных типов объектов данных:

1. Для каждой точки типа Binary Input в конфигурации приложения задается параметр **Интервал антидребезга**, определяющий интервал времени в миллисекундах, до истечения которого никакие изменения логического состояния точки не приводят к формированию очередного события.
2. Для каждой точки типа Analog Input в конфигурации приложения задается параметр **Зона нечувствительности**, определяющий диапазон значений, в пределах которого любые изменения значения точки относительно предыдущего значения, для которого было сформировано последнее событие, не приводят к формированию очередного события.
3. Для каждой точки типа Counter задается параметр **Диапазон**, определяющий интервал счета, в пределах которого любое изменение значения счетчика относительно предыдущего значения, для которого было сформировано последнее событие, не приводит к формированию события.

3.1.4.5. Синхронизация времени

Сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 поддерживает протокол синхронизации времени, определенный в спецификации DNP3 для последовательных каналов связи (Non-LAN procedure).

В конфигурации приложения может быть установлен один из режимов синхронизации времени:

1. *При запуске* – при запуске или перезапуске контроллера слово внутренних индикаций контроллера будет иметь установленный бит IIN1.4 (NEED_TIME), что требует от мастера выполнить процедуру синхронизации времени.
2. *Периодически* – при запуске/перезапуске контроллера и с периодом, установленным для параметра **Синхронизация времени–Интервал, мс**, контроллер будет требовать от мастера выполнения процедуры синхронизации времени.
3. *Никогда* – синхронизация времени выключена.

Процедура синхронизации времени DNP3 для последовательных каналов связи состоит из следующих действий:

1. Мастер посылает подчиненному узлу сообщение с кодом функции DELAY_MEASURE. При передаче мастер сохраняет метку времени T_A , наиболее близкую к моменту формирования в линии связи переднего фронта стартового бита первого байта сообщения.
2. Подчиненный узел сохраняет метку времени T_B , наиболее близкую к моменту обнаружения в линии связи переднего фронта стартового бита первого байта сообщения DELAY_MEASURE от мастера.
3. Подчиненный узел передает мастеру ответное сообщение прикладного уровня с объектом g52v2 (Fine Time Delay – задержка точного времени), содержащим задержку реакции (в миллисекундах) на запрос в виде разности между меткой времени (T_C), наиболее близкой к моменту начала передачи ответного сообщения, и моментом T_B .
4. Мастер сохраняет метку времени T_D , наиболее близкую к моменту обнаружения в линии связи переднего фронта стартового бита первого байта ответа подчиненного узла на запрос DELAY_MEASURE.
5. Мастер вычисляет задержку распространения по формуле: $\Delta T_P = (T_D - T_A - g52v2) / 2$.
6. Мастер передает подчиненному узлу сообщение с кодом функции WRITE и объектом g50v1, которое содержит вычисленное или ожидаемое абсолютное время прихода данного запроса подчиненному узлу. Данное время может определено в процессе передачи запроса, как сумма значения метки времени T_E для момента, наиболее близкого к появлению в линии связи переднего фронта запроса, и вычисленной задержки ΔT_P .
7. Подчиненный узел сохраняет метку времени T_F , наиболее близкую к моменту обнаружения в линии связи переднего фронта стартового бита первого байта сообщения WRITE с объектом g50v1 от мастера.
8. Сервис DNP3 подчиненного узла, получив все байты запроса WRITE с объектом g50v1 от мастера, фиксирует момент T_G вызова обработчика этого запроса и устанавливает для своих внутренних часов значение времени, равное: $g50v1 + (T_G - T_F)$.

ПРИМЕЧАНИЕ. В текущей версии (2.62) системного программного обеспечения контроллеров CPM712 и CPM713 процедура синхронизации времени DNP3 не изменяет системное время контроллера, а корректирует программные часы, ведущиеся для каждого мастера, с которым установлено соединение. Данные часы используются для формирования меток времени событий в соответствующих сообщениях DNP3 каждому мастеру во временной шкале мастера.

3.1.4.6. Типы объектов

Типы объектов, поддерживаемые сервисом DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713, перечислены в табл. 3. Описание формата представления, используемого в табл. 3, приведено в п. 3.1.1. Типы объектов, подлежащие реализации на уровне совместимости L2, выделены серым цветом заливки ячеек таблицы.

Таблица 3. Подмножество реализации прикладного уровня DNP3 CPM712 и CPM713

Группа и вариация объекта DNP3			Возможный запрос мастера		Ответ подчиненного узла	
Группа	Вариация	Описание	Функция (dec)	Квалификатор (hex)	Функция (dec)	Квалификатор (hex)
1	0	Binary Input – Any Variation (Бинарный вход, любая вариация)	1 (read) 22	06 (no range, or all)		
1	1	Binary Input – Packed format (Бинарный вход, упакованный формат)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
1	2	Binary Input – With flags (Бинарный вход, с флагами)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
2	0	Binary Input Event – Any Variation (Событие по бинарному входу, любая вариация)	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
2	1	Binary Input Event – Without time (Событие по бинарному входу, без метки времени)	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
2	2	Binary Input Event – With absolute time (Событие по бинарному входу, с абсолютной меткой времени)	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
2	3	Binary Input Event – With relative time (Событие по бинарному входу, с относительной меткой времени)	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
10	0	Binary Output – Any Variation (Бинарный выход, любая вариация)	1 (read)	06 (no range, or all)		
10	1	Binary Output – Packed format (Бинарный выход, упакованный формат)				
10	2	Binary Output – Output status with flags (Бинарный выход, статус выхода с флагами)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
11	0	Binary Output Event – Any Variation Событие по бинарному выходу, любая вариация				
11	1	Binary Output Event – Status without time Событие по бинарному выходу, статус выхода без метки времени				
11	2	Binary Output Event – Status with time Событие по бинарному выходу, статус выхода с меткой времени				
12	1	Binary Command – Control Relay Output Block (CROB) (Команда дискретного управления – блок дискретного управления)	3 (select) 4 (operate) 5 (direct operate)	17, 28 (index)	129 (response)	эхо запроса
			6 (direct operate, no ack)	17, 28 (index)		
13	0	Binary Output Command Event – Any Variation Событие по команде для бинарного выхода – любая вариация				
13	1	Binary Output Command Event – Command status without time Событие по команде для бинарного выхода – статус команды без метки времени				
13	2	Binary Output Command Event – Command status with time Событие по команде для бинарного выхода – статус команды с меткой времени				
20	0	Counter – Any Variation (Счетчик, любая вариация)	1 (read) 7 (freeze) 8 (freeze noack) 9 (freeze clear) 10 (freeze clear, no ack)	06 (no range, or all)		
20	1	Counter – 32-bit with flag (32-разрядный счетчик с флагом)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
20	2	Counter – 16-bit with flag (16-разрядный счетчик с флагом)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
20	5	Counter – 32-bit without flag			129	00, 01

Группа и вариация объекта DNP3			Возможный запрос мастера		Ответ подчиненного узла	
Группа	Вариация	Описание	Функция (dec)	Квалификатор (hex)	Функция (dec)	Квалификатор (hex)
		(32-разрядный счетчик без флага)			(response)	(start-stop)
20	6	Counter – 16-bit without flag (16-разрядный счетчик без флага)			129 (response)	00, 01 (start-stop)
21	0	Frozen Counter – Any Variation (Счетчик с остановом, любая вариация)	1 (read)	06 (no range, or all)		
21	1	Frozen Counter – 32-bit with flag 32-разрядный счетчик с остановом и флагом			129 (response)	00, 01 (start-stop)
21	2	Frozen Counter – 16-bit with flag 16-разрядный счетчик с остановом и флагом			129 (response)	00, 01 (start-stop)
21	5	Frozen Counter – 32-bit with flag and time 32-разрядный счетчик с остановом, флагом и меткой времени				
21	6	Frozen Counter – 16-bit with flag and time 16-разрядный счетчик с остановом, флагом и меткой времени				
21	9	Frozen Counter – 32-bit without flag 32-разрядный счетчик с остановом без флага			129 (response)	00, 01 (start-stop)
21	10	Frozen Counter – 16-bit without flag 16-разрядный счетчик с остановом без флага			129 (response)	00, 01 (start-stop)
22	0	Counter Event – Any Variation Событие по счетчику, любая вариация	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
22	1	Counter Event – 32-bit with flag Событие по 32-разрядному счетчику с флагом			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
22	2	Counter Event – 16-bit with flag Событие по 16-разрядному счетчику с флагом			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
22	5	Counter Event – 32-bit with flag and time Событие по 32-разрядному счетчику с флагом и меткой времени				
22	6	Counter Event – 16-bit with flag and time Событие по 16-разрядному счетчику с флагом и меткой времени				
23	0	Frozen Counter Event – Any Variation Событие по счетчику с остановом, любая вариация				
23	1	Frozen Counter Event – 32-bit with flag Событие по 32-разрядному счетчику с остановом, с флагом				
23	2	Frozen Counter Event – 16-bit with flag Событие по 16-разрядному счетчику с остановом, с флагом				
23	5	Frozen Counter Event – 32-bit with flag and time Событие по 32-разрядному счетчику с остановом, с флагом и меткой времени				
23	6	Frozen Counter Event – 16-bit with flag and time Событие по 16-разрядному счетчику с остановом, с флагом и меткой времени				
30	0	Analog Input – Any Variation Аналоговый вход, любая вариация	1 (read)	06 (no range, or all)		
30	1	Analog Input – 32-bit with flag Аналоговый вход, DINT, с флагом			129 (response)	00, 01 (start-stop)
30	2	Analog Input – 16-bit with flag Аналоговый вход, INT, с флагом			129 (response)	00, 01 (start-stop)
30	3	Analog Input – 32-bit without flag Аналоговый вход, DINT, без флага			129 (response)	00, 01 (start-stop)
30	4	Analog Input – 16-bit without flag Аналоговый вход, INT, без флага			129 (response)	00, 01 (start-stop)
30	5	Analog Input – single-precision, floating point with flag Аналоговый вход, REAL, с флагом				
32	0	Analog Input Event – Any Variation Событие по аналоговому входу, любая вариация	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
32	1	Analog Input Event – 32-bit without time Событие по аналоговому входу, DINT, без метки времени			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
32	2	Analog Input Event – 16-bit without time Событие по аналоговому входу, INT, без метки времени			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)

Группа и вариация объекта DNP3			Возможный запрос мастера		Ответ подчиненного узла	
Группа	Вариация	Описание	Функция (dec)	Квалификатор (hex)	Функция (dec)	Квалификатор (hex)
32	3	Analog Input Event – 32-bit with time Событие по аналоговому входу, DINT, с меткой времени			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
32	4	Analog Input Event – 16-bit with time Событие по аналоговому входу, INT, с меткой времени			129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
32	5	Analog Input Event – single-precision, floating point without time Событие по аналоговому входу, REAL, без метки времени				
32	7	Analog Input Event – single-precision, floating point with time Событие по аналоговому входу, REAL, с меткой времени				
34	0	Analog Input Deadband – Any Variation Зона нечувствительности аналогового входа, любая вариация				
34	1	Analog Input Deadband – 16-bit Зона нечувствительности аналогового входа типа INT				
34	2	Analog Input Deadband – 32-bit Зона нечувствительности аналогового входа типа DINT				
34	3	Analog Input Deadband – single-precision, floating point Зона нечувствительности аналогового входа типа REAL				
40	0	Analog Output Status – Any Variation Статус аналогового входа, любая вариация	1 (read)	06 (no range, or all)		
40	1	Analog Output Status – 32-bit with flag Статус аналогового входа типа DINT, с флагом				
40	2	Analog Output Status – 16-bit with flag Статус аналогового входа типа INT, с флагом			129 (response)	00, 01 (start-stop)
40	3	Analog Output Status – single-precision, floating point with flag Статус аналогового входа типа REAL, с флагом				
41	0	Analog Output – Any Variation Аналоговый выход, любая вариация				
41	1	Analog Output – 32-bit Аналоговый выход типа DINT				
41	2	Analog Output – 16-bit Аналоговый выход типа INT	3 (select) 4 (operate) 5 (direct operate)	17, 28 (index)	129 (response)	эхо запроса
			6 (direct operate, no ack)	17, 28 (index)		
41	3	Analog Output – single-precision, floating point Аналоговый выход типа REAL				
42	0	Analog Output Event – Any Variation Событие по аналоговому выходу, любая вариация				
42	1	Analog Output Event – 32-bit without time Событие по аналоговому выходу типа DINT, без метки времени				
42	2	Analog Output Event – 16-bit without time Событие по аналоговому выходу типа INT, без метки времени				
42	3	Analog Output Event – 32-bit with time Событие по аналоговому выходу типа DINT, с меткой времени				
42	4	Analog Output Event – 16-bit with time Событие по аналоговому выходу типа INT, с меткой времени				
42	5	Analog Output Event – single-precision, floating point without time Событие по аналоговому выходу типа REAL, без метки времени				
42	7	Analog Output Event – single-precision, floating				

Группа и вариация объекта DNP3			Возможный запрос мастера		Ответ подчиненного узла	
Группа	Вариация	Описание	Функция (dec)	Квалификатор (hex)	Функция (dec)	Квалификатор (hex)
		point with time Событие по аналоговому выходу типа REAL, с меткой времени				
43	0	Analog Output Command Event – Any Variation Событие по команде для аналогового выхода, любая вариация				
43	1	Analog Output Command Event – 32-bit without time Событие по команде для аналогового выхода типа DINT, без метки времени				
43	2	Analog Output Command Event – 16-bit without time Событие по команде для аналогового выхода типа INT, без метки времени				
43	3	Analog Output Command Event – 32-bit with time Событие по команде для аналогового выхода типа DINT, с меткой времени				
43	4	Analog Output Command Event – 16-bit with time Событие по команде для аналогового выхода INT, с меткой времени				
43	5	Analog Output Command Event – single-precision, floating point without time Событие по команде для аналогового выхода типа REAL, без метки времени				
43	7	Analog Output Command Event – single-precision, floating point with time Событие по команде для аналогового выхода типа REAL, с меткой времени				
50	1	Time and Date – Absolute time Время и дата, абсолютное время	2 (write)	07 (один объект)		
51	1	Time and Date CTO – Absolute time, synchronized Время и дата базы меток времени, абсолютное время, синхронизированное			129 (response) 130 (unsol. resp)	07 (один объект)
51	2	Time and Date CTO – Absolute time, synchronized Время и дата базы меток времени, абсолютное время, несинхронизированное			129 (response) 130 (unsol. resp)	07 (один объект)
52	1	Time Delay – Coarse Задержка, грубая оценка			129 (response)	07 (один объект)
52	2	Time Delay – Fine Задержка, точная оценка			129 (response)	07 (один объект)
60	1	Class Objects – Class 0 data Все объекта класса 0	1 (read)	06 (no range, or all)		
60	2	Class Objects – Class 1 data Все объекта класса 1	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
60	3	Class Objects – Class 2 data Все объекта класса 2	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
60	4	Class Objects – Class 3 data Все объекта класса 3	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08		
80	1	Internal Indications – Packed Format Слово внутренних индикаций	2 (write)	00 (start-stop) index=7		
Без типа объекта, только код функции			0 (Confirm)			
Без типа объекта, только код функции			13 (Cold Restart)			
Без типа объекта, только код функции			14 (Warm Restart)			
Без типа объекта, только код функции			23 (Delay Measurement)			

3.2. Настройка сервиса DNP3 в контроллерах Fastwel I/O

3.2.1. Общие сведения

Настройка сервиса DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 состоит из следующих операций, выполняемых в среде разработки CoDeSys 2.3:

1. Добавление элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration* в секцию конфигурации *DNP3 Protocol* в ресурсе **PLC Configuration**.
2. Установка параметров канального и прикладного уровней протокола в панели свойств Fastwel для элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration*.
3. Создание описаний сеансов связи с мастером сети путем добавления объектов *Session* в список *DNP3 L2 Outstation Configuration–Masters Sessions*.
4. Создание базы данных DNP3 контроллера путем добавления описаний объектов данных и команд в списки *DNP3 L2 Outstation Configuration – Binary Inputs, Analog Inputs, Counters, Binary Outputs, и Analog Outputs*.
5. Настройка параметров буферизации событий для объектов данных и команд.
6. Отнесение объектов данных и команд к классам событий и установка параметров фильтрации для формирования событий по входным объектам данных.
7. При необходимости использования сетевых команд управления – добавление в приложение экземпляров функциональных блоков из библиотеки FastwelDNP3Control.lib.

Конфигурирование мастера сети DNP3 для взаимодействия с подчиненным узлом DNP3 на базе контроллеров CPM712 или CPM713 выполняется в соответствующем конфигураторе или среде разработки.

Внешний вид окна ресурса **PLC Configuration** среды разработки CoDeSys 2.3 до начала создания конфигурации сервиса протокола подчиненного узла DNP3 показан на рис. 13.

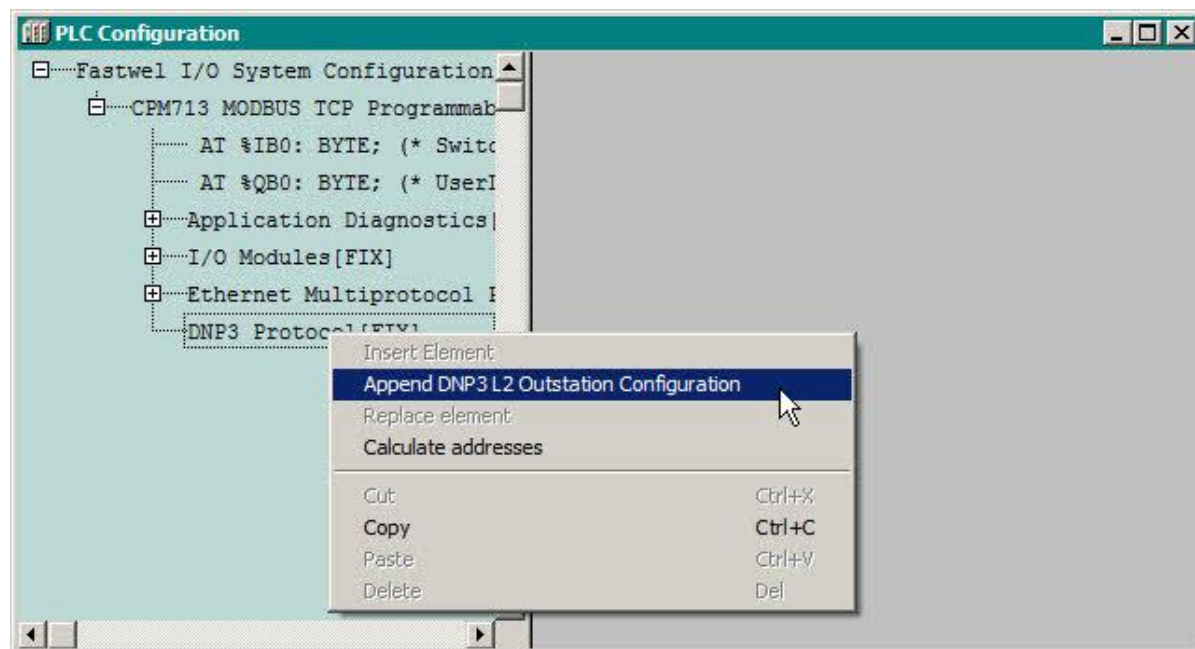


Рис. 13. Окно PLC Configuration перед началом конфигурирования сервиса DNP3

3.2.2. Настройка параметров протокола

3.2.2.1. Активация сервиса DNP3

Для добавления конфигурации сервиса протокола подчиненного узла DNP3 в конфигурацию приложения в окне **PLC Configuration** щелкните правой кнопкой мыши над элементом *DNP3 Protocol*

в дереве конфигурации контроллера и в контекстном меню выберите команду **Append DNP3 L2 Outstation Configuration**, как показано на рис. 13.

В дерево конфигурации будет добавлен элемент *DNP3 L2 Outstation Configuration*, а в панели свойств Fastwel будут отображены текущие параметры протокола, как показано на рис. 14.

Параметры протокола разделены на две основные группы:

1. Параметры физического и канального уровней – предназначены для настройки режима и параметров доступа к линии передачи данных, адресации, выбора режима подтверждения на канальном уровне, установки размера кадра канального уровня и таймаутов, отслеживаемых на канальном уровне.
2. Параметры прикладного уровня – предназначены для установки размеров фрагментов прикладного уровня, параметров выполнения команд управления, глобальных настроек инициативных сообщений, режима и параметров синхронизации времени.

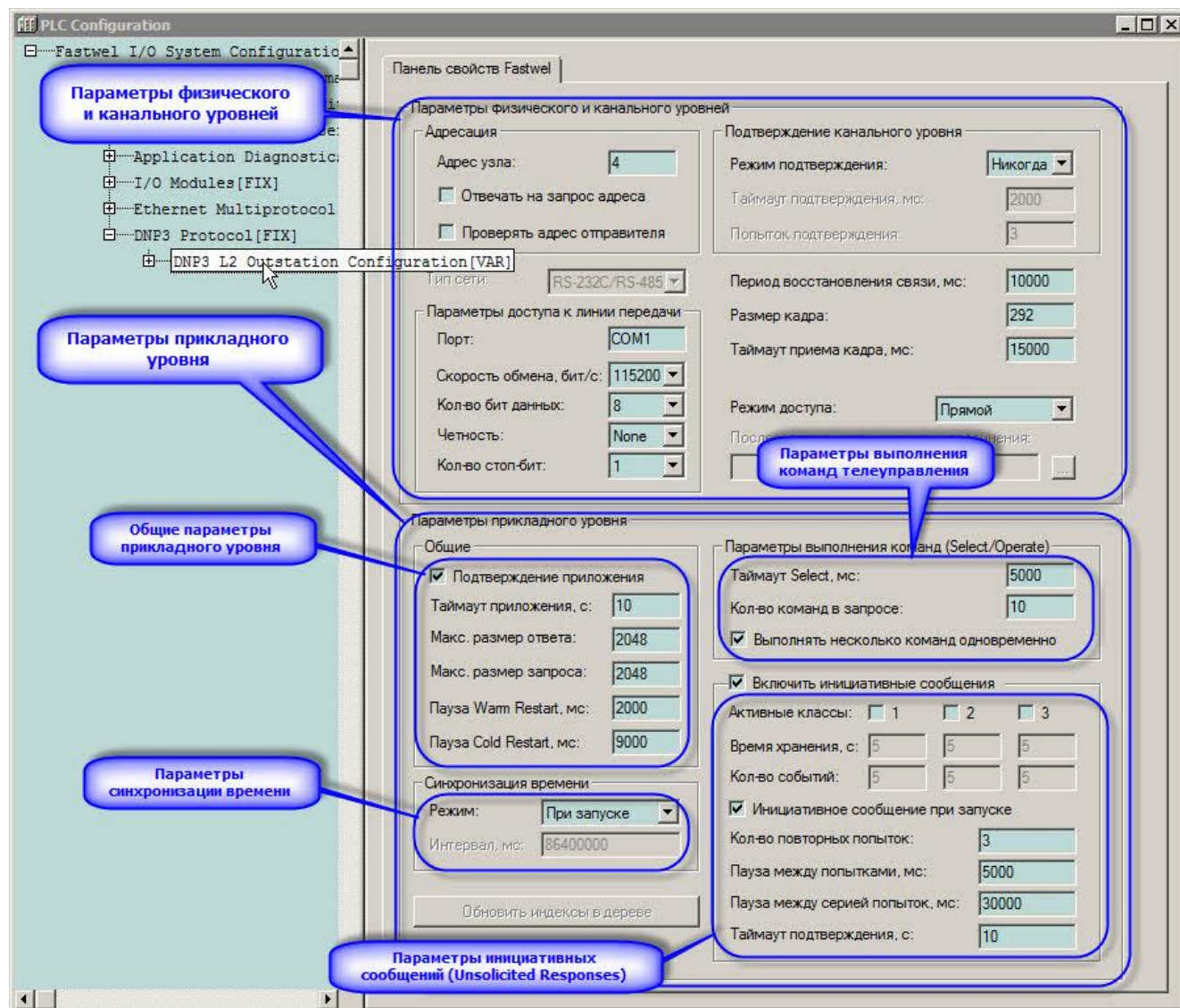


Рис. 14. Панель свойств Fastwel для параметров DNP3 L2 Outstation

3.2.2.2. Настройка параметров канального уровня

Группа полей для установки параметров канального и физического уровня в панели свойств Fastwel показана на рис. 15.

Рис. 15. Параметры канального и физического уровня

Поле **Адрес узла** предназначено для установки адреса подчиненного узла DNP3 в диапазоне от 0 до 65519. Значение по умолчанию 4. Адрес подчиненного узла не должен совпадать с адресами мастеров DNP3, чьи описания добавлены в список *DNP3 L2 Outstation Configuration–Masters Sessions* и которые будут взаимодействовать с контроллером во время работы системы.

Если установлен флажок **Отвечать на запрос адреса**, то подчиненный узел будет отвечать на входящие запросы канального уровня, содержащие адрес *Self-Address* (65532) в поле **DestAddr** заголовка кадра канального уровня, передавая собственный текущий адрес в поле **SrcAddr** заголовка ответных кадров канального уровня (см. п. 2.2.5.4).

Если установлен флажок **Проверять адрес отправителя**, то сервис DNP3 контроллера будет проверять поле **SrcAddr** в заголовках входящих запросов канального уровня на равенство одному из адресов мастеров в списке *Masters Sessions*. По умолчанию данный флажок не установлен.

Если при установке флажка **Проверять адрес отправителя** в списке *Masters Sessions* не имеется ни одного описания мастера сети, то описание одного мастера с адресом 3 будет автоматически добавлено в список *Masters Sessions*.

Если при установке флажка **Проверять адрес отправителя** в списке *Masters Sessions* не имеется ни одного описания мастера сети, а поле **Адрес узла** содержит значение 3, то в список *Masters Sessions* будет автоматически добавлено описание одного мастера с адресом 2.

Группа полей **Параметры доступа к линии передачи** предназначена для выбора последовательного порта контроллера, через который будет осуществляться сетевое взаимодействие по протоколу DNP3, а также для установки скорости и параметров обмена. Обратите внимание, что при функционировании сервиса DNP3 через модем по выделенной линии не рекомендуется использовать скорость обмена выше 38400 байт/с, поскольку некоторые модемы обладают ограниченными возможностями буферизации.

В поле **Порт** должно быть введено имя порта в формате:

COMn

где **COM** – префикс имени порта, который должен быть введен с использованием латинских символов, а **n** – номер порта.

Для порта интерфейса RS-232C, расположенного на передней панели контроллера под пластиковой крышкой, должно использоваться имя **COM1**. Для того, чтобы данный порт был доступен сервису DNP3, необходимо включить переключатель 4 блока переключателей контроллера и перезапустить контроллер.

Для порта интерфейса внешней сети RS-485 контроллера CPM712 должно использоваться имя **COM2**. Для того, чтобы данный порт был доступен сервису DNP3, необходимо выбрать опцию *Not Used* для элемента конфигурации *Serial Port*, как показано на рис. 16.

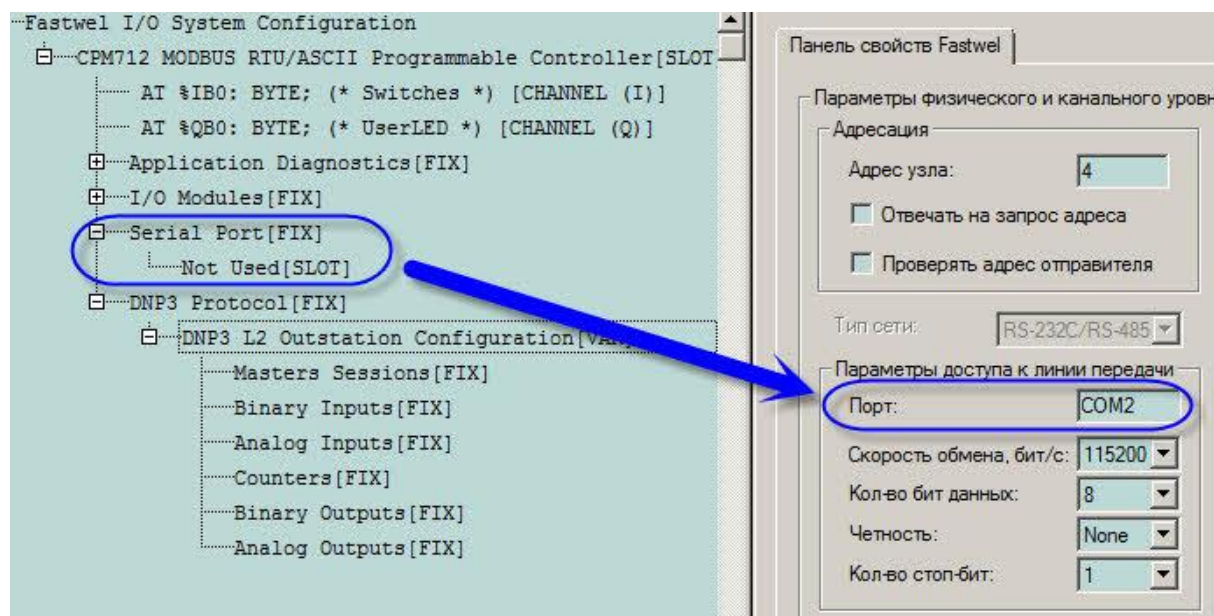


Рис. 16. Сочетание настроек порта COM2 в конфигурации контроллера CPM712

Для организации взаимодействия сервиса DNP3 через порт интерфейса RS-485 на базе модуля NIM741 или RS-232C на базе модуля NIM742 необходимо:

1. Добавить или вставить в список модулей ввода-вывода *I/O Modules* элемент *NIM741 RS-485 1xUART Stream Module* – для модуля NIM741, или *NIM742 RS-232 1xUART Stream Module* – для модуля NIM742. Позиция добавляемого элемента должна в точности совпадать с физическим расположением модуля на межмодульной шине контроллера, исключая все модули, которые не участвуют в обмене по шине: OM752, OM754, OM755, OM756, OM757, OM758, OM759, OM796, OM750.
2. Ввести в поле **Параметры доступа к линии передачи–Порт** имя порта в следующем формате:

COM[100+n], где *n* – номер позиции модуля *NIM74x ... Stream Module* на межмодульной шине контроллера, начиная с 1. Например, если модуль NIM742 присоединен непосредственно к контроллеру CPM712 или CPM713, то для его выбора в качестве порта сервиса DNP3 должно использоваться имя **COM101**.

Для упрощения идентификации модулей NIM741/NIM742 после добавления в список *I/O Modules* элемента *NIM74x ... Stream Module* вновь выберите элемент *I/O Modules* в дереве конфигурации контроллера и нажмите кнопку **Обновить номера**. Номера и имена портов для описаний модулей *NIM74x ... Stream Module* будут отображены в дереве конфигурации контроллера, как показано на рис. 17.

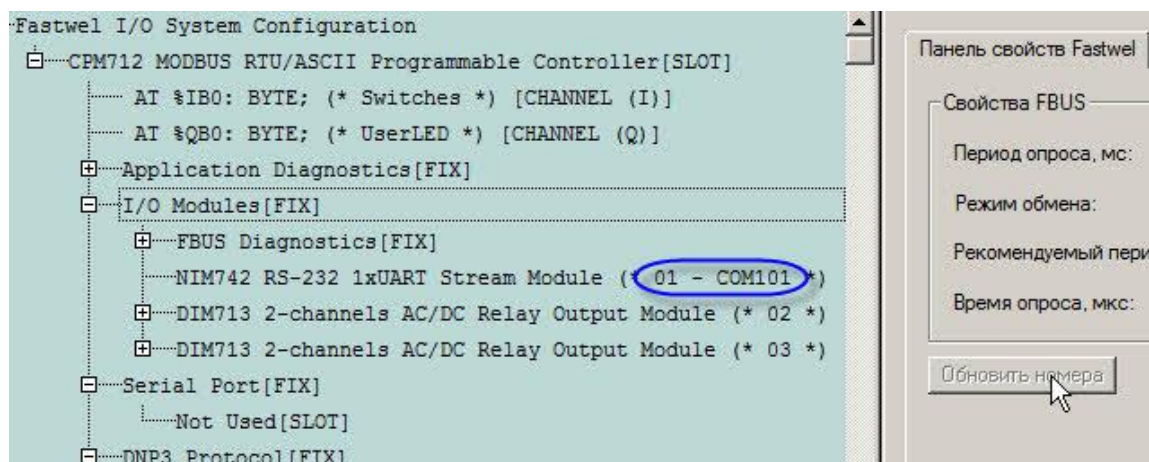


Рис. 17. Отображение номера и имени порта для модулей NIM74x ... Stream Module

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании модуля NIM741 или NIM742 в качестве коммуникационного порта сервиса DNP3 по возможности устанавливайте модуль на межмодульной шине контроллера в непосредственной близости к модулю центрального процессора.

Группа параметров **Подтверждение канального уровня** предназначена для включения использования подтверждений успешности приема кадров канального уровня с кодом функции **CONFIRMED_USER_DATA** в заголовке (см. рис. 11 в п. 2.2.5.3). Обратите внимание, что широковещательные сообщения в DNP3 не подтверждаются никогда.

Выпадающий список **Режим подтверждения** позволяет отключить подтверждения транзакций на канальном уровне (опция **Никогда**).

При установке опции **Иногда** на канальном уровне подтверждаются только транспортные сегменты от мастера, посредством которых передается длинный фрагмент прикладного уровня, не укладывающийся в один кадр канального уровня. Иными словами, если в заголовке сегмента транспортной функции (см. п. 2.2.4.2) установлены биты **FIR** и **FIN**, то такой сегмент не подтверждается. Если же осуществляется прием фрагмента, состоящего из нескольких сегментов (**FIR** и **FIN** одновременно не установлены), то канальный уровень сервиса подчиненного узла подтверждает каждый сегмент.

При установке опции **Всегда** подтверждаются все кадры канального уровня.

Поле **Попыток подтверждения** становится доступным для редактирования, если установлен режим подтверждения, отличный от **Никогда**, и позволяет установить количество повторных попыток (от 1 до 255) подтверждения кадров канального уровня, если истек таймаут подтверждения приема очередного кадра канальным уровнем мастера. Значение 0, установленное для данного параметра, отключает повторные попытки передать кадр.

Таймаут ожидания подтверждения кадров канального уровня устанавливается в поле **Таймаут подтверждения, мс** и определяет интервал времени в миллисекундах, в течение которого канальный уровень сервиса DNP3 контроллера ожидает подтверждения приема мастером очередного кадра канального уровня.

Обратите внимание, что в спецификации DNP3 не рекомендуется использовать подтверждение транзакций на канальном уровне. Гипотетически при больших объемах передаваемых данных, низкой скорости обмена и низком качестве канала связи (вероятность одиночных ошибок более 10^{-4} , что в стандарте ГОСТ Р МЭК 870-4-93 считается пороговым значением, начиная с которого требуется проведение профилактического ремонта канала связи) подтверждения на канальном уровне могут позволить быстрее обнаруживать ошибки передачи, поскольку для передачи полного фрагмента прикладного уровня длиной 2048 байт требуется до 10-ти кадров канального уровня длиной 292 байта, в результате чего обнаружение ошибки передачи при использовании подтверждений прикладного уровня может занять достаточно много времени. Однако для таких ситуаций рекомендуется уменьшить размер фрагментов прикладного уровня (поля **Макс. размер запроса** и **Макс. размер ответа** в параметрах прикладного уровня), использовать подтверждения прикладного уровня (отметить флажок **Подтверждения приложения**) и отключить подтверждения канального уровня (**Режим подтверждения: Никогда**).

Поле **Размер кадра** предназначено для установки длины принимаемого и передаваемого кадров канального уровня в диапазоне от 28 до 292.

Поле **Таймаут приема кадра, мс** содержит интервал времени в миллисекундах, в течение которого канальный уровень сервиса DNP3 контроллера ожидает завершения приема кадра канального уровня с момента приема очередной стартовой последовательности кадра «0x05, 0x64» (см. рис 10 п. 2.2.5.3). Значение данного параметра (диапазон от 10 до 60000 мс) зависит от качества используемого канала связи, и должно быть достаточно большим, чтобы избежать частых таймаутов обмена, и достаточно малым, чтобы сохранить высокой пропускную способность сети при наличии сеансов связи с несколькими мастерами.

Поле **Период восстановления связи, мс** содержит интервал времени в миллисекундах (от 1000 до 60000), с которым канальный уровень подчиненного узла пытается установить соединение с мастерами, с которыми ранее была утрачена связь (для которых был обнаружен таймаут приема кадра), при наличии «непрозрачной» каналообразующей аппаратуры (модема), подключенной к выбранному последовательному порту (выбран **Режим доступа**, отличный от **Прямой**).

Выпадающий список **Режим доступа** определяет способ установления соединения через выбранный порт. В настоящее время поддерживаются две опции для данного параметра – **Прямой** и **Модем**.

Опция **Прямой** должна использоваться в случае, если порт, имя которого введено в поле **Параметры доступа к линии передачи–Порт**, подключен к каналу связи, модему или сетевому

концентратору, не требующему от контроллера дополнительного взаимодействия с каналобразующей аппаратурой перед началом обмена данными.

Опция **Модем** должна использоваться в случае, если порт, имя которого введено в поле **Параметры доступа к линии передачи–Порт**, подключен к каналобразующему устройству (модему), управляемому AT-командами. При выборе опции **Модем** необходимо задать строку инициализации модема и строку установления соединения, для чего следует нажать кнопку ..., расположенную справа от текстового поля **Последовательность установки соединения**, а затем в диалоговой панели **Последовательность установки соединения** ввести команды и дополнительные параметры команд инициализации модема и установления соединения, как показано на рис. 18.

Последовательность установки соединения:

Строка инициализации модема:

AT-команды					
1:	ATE0&WV1Q0L0S7=20	☒ Ответ:	OK	☒ Пауза, с:	1
☐ 2:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 3:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 4:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 5:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	

Строки ответа модема в случае ошибки:

ERROR				
-------	--	--	--	--

Таймаут команды, с: 3

Строка установления соединения:

AT-команды					
1:	ATA	☒ Ответ:	CONNECT	☐ Пауза, с:	
☐ 2:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 3:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 4:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 5:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	

Строки ответа модема в случае ошибки:

NO CARRIER	NOCARRIER			
------------	-----------	--	--	--

Таймаут команды, с: 5

Строка инициализации модема: Доступно символов: 74
TIMEOUT 3 ABORT "ERROR" ATE0&WV1Q0L0S7=20 OK PAUSE 1

Строка установления соединения: Доступно символов: 68
TIMEOUT 5 ABORT "NO CARRIER" ABORT "NOCARRIER" ATA CONNECT

OK Отмена

Рис. 18. Диалоговая панель Последовательность установки соединения

Диалоговая панель **Последовательность установки соединения** содержит две группы полей:

1. Группа **Строка инициализации модема** предназначена для определения набора команд взаимодействия с модемом, выполняемых в первую очередь в момент, когда сервису DNP3 требуется доступ к каналу передачи данных. Как правило, сначала должны быть выполнены команды, устанавливающие параметры и режим работы самого модема (команды инициализации модема). Результирующая строка, содержащая команды инициализации модема, автоматически формируется и отображается в поле **Строка инициализации модема** в нижней части диалоговой панели в процессе заполнения отдельных полей.

2. Группа **Строка установления соединения** предназначена для определения набора команд, выполняемых после команд инициализации модема, которые служат для получения доступа к каналу связи через модем. Как правило, в качестве команд получения доступа к каналу связи используются команды набора номера (для коммутируемой линии связи с удаленным модемом) или установления соединения (для выделенной линии связи с удаленным модемом). Результирующая строка, содержащая команды установления соединения, автоматически формируется и отображается в поле **Строка установления соединения** в нижней части диалоговой панели в процессе заполнения отдельных полей.

Каждая группа полей может содержать до пяти последовательностей взаимодействия с модемом в виде АТ-команд и ожидаемых ответов, которые выполняются друг за другом. Каждая последовательность определяется следующими полями:

[Номер]: – строка, начинающаяся с префикса АТ и передаваемая модему при выполнении текущей последовательности.

Ответ – строка, ожидаемая от модема при успешном выполнении АТ-команды, заданной слева от поля **Ответ**. При получении от модема ожидаемой строки ответа выдерживается пауза, заданная в поле **Пауза, с**, после чего модему передается следующая строка в наборе или первая строка в следующем наборе.

Пауза, с – интервал времени в секундах (в диапазоне от 1 до 999), по истечении которого модему будет передана следующая АТ-команда в данном наборе или первая команда в следующем наборе.

Если набор содержит несколько АТ-команд, то для использования одной и той же паузы между всеми АТ-командами набора следует отметить флажок **Пауза, с** и ввести значение интервала только для последней команды в наборе.

Пять текстовых полей **Строки ответа модема в случае ошибки** служат для задания до пяти строк, которые ожидаются от модема в случае неуспешного выполнения любой из команд набора.

Поле **Таймаут, с** определяет интервал ожидания в секундах (в диапазоне от 1 до 999) ответа модема на любую из команд в данном наборе.

Любой из двух наборов может быть оставлен пустым.

В примере, представленном на рис. 18, при необходимости установления соединения с удаленным мастером DNP3 через модем будут выполнены следующие действия:

1. Передача модему строки `ATE0&WV1Q0L0S7=20` и ожидание ответа `OK` или `ERROR` в течение 3 с. При ответе `ERROR` или отсутствии ответа в течение 3 с данная последовательность будет повторена.
2. При получении от модема строки `OK` – пауза в течение 1 с, после чего передача модему строки `ATA` и ожидание ответа `CONNECT`, `NO CARRIER` или `NOCARRIER` в течение 5 с. При получении ответа `CONNECT` модем переводится в режим передачи данных, и сервис подчиненного узла DNP3 начинает обмен данными с удаленным мастером. При ответе `NO CARRIER`, `NOCARRIER` или при отсутствии ответа в течение 5 с данная последовательность будет повторена.

Если после установления соединения с удаленным модемом произошел неожиданный разрыв связи, повторное установление соединения произойдет по истечении интервала времени, заданного в поле **Период восстановления связи, мс**.

Примеры 1–3 иллюстрируют строки инициализации и установления активного и пассивного соединений при использовании GSM-модема CINTERION MC52i.

Примеры 4–6 иллюстрируют строки инициализации и установления активного и пассивного соединений при использовании модемов Zyxel и Courier в режиме выделенной линии.

При необходимости взаимодействия контроллера со средой разработки CoDeSys 2.3, загрузки приложений, обновления системного программного обеспечения через драйвер Gateway-сервера DNP3 VTO Master (Serial), контроллер всегда должен ожидать входящего соединения.

Пример 1. Строка инициализации GSM-модема CINTERION MC52i

Строка инициализации модема:

АТ-команды			
1:	AT+CREG=0	☒ Ответ:	OK
☒ 2:	ATX4	☒ Ответ:	OK
☒ 3:	AT+CREG?	☒ Ответ:	+CREG: 0,1 OK
☐ 4:		☐ Ответ:	
☐ 5:		☐ Ответ:	

Строки ответа модема в случае ошибки

ERROR				
-------	--	--	--	--

Таймаут команды, с: 3

Пример 2. Строка установления соединения GSM-модема CINTERION MC52i для инициативного дозвона по номеру +79261234567

Строка установления соединения:

АТ-команды			
1:	ATD+79261234567	☒ Ответ:	CONNECT
☐ 2:		☐ Ответ:	
☐ 3:		☐ Ответ:	
☐ 4:		☐ Ответ:	
☐ 5:		☐ Ответ:	

Строки ответа модема в случае ошибки

NO CARRIER	BUSY			
------------	------	--	--	--

Таймаут команды, с: 60

Пример 3. Строка установления соединения GSM-модема CINTERION MC52i для ожидания входящего звонка

Строка установления соединения:

АТ-команды			
1:	AT	☒ Ответ:	RING
☒ 2:	ATA	☒ Ответ:	CONNECT
☐ 3:		☐ Ответ:	
☐ 4:		☐ Ответ:	
☐ 5:		☐ Ответ:	

Строки ответа модема в случае ошибки

NO CARRIER	BUSY			
------------	------	--	--	--

Таймаут команды, с: 60

Пример 4. Строка инициализации модемов Zyxel и Courier для работы в режиме выделенной линии

Строка инициализации модема:

АТ-команды

1:	ATE0&WV1Q0L0S7=20	☒ Ответ:	OK	☐ Пауза, с:	
☐ 2:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 3:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 4:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 5:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	

Строки ответа модема в случае ошибки

ERROR				
-------	--	--	--	--

Таймаут команды, с: 3

Пример 5. Строка установления соединения модемов Zyxel или Courier для инициативного установления соединения по выделенной линии

Строка установления соединения:

АТ-команды

1:	ATX3D	☒ Ответ:	CONNECT	☐ Пауза, с:	
☐ 2:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 3:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 4:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 5:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	

Строки ответа модема в случае ошибки

NO CARRIER				
------------	--	--	--	--

Таймаут команды, с: 60

Пример 6. Строка установления соединения модемов Zyxel или Courier для ожидания входящего соединения по выделенной линии

Строка установления соединения:

АТ-команды

1:	ATA	☒ Ответ:	CONNECT	☐ Пауза, с:	
☐ 2:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 3:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 4:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	
☐ 5:		☐ Ответ:		☐ Пауза, с:	

Строки ответа модема в случае ошибки

NO CARRIER				
------------	--	--	--	--

Таймаут команды, с: 60

3.2.2.3. Настройка параметров прикладного уровня

Настройка параметров прикладного уровня выполняется в группе полей **Параметры прикладного уровня** панели свойств Fastwel, показанной на рис. 19.

Параметры прикладного уровня

Общие

☒ Подтверждение приложения

Таймаут приложения, с: 10

Макс. размер ответа: 2048

Макс. размер запроса: 2048

Пауза Warm Restart, мс: 2000

Пауза Cold Restart, мс: 9000

Синхронизация времени

Режим: При запуске

Интервал, мс: 86400000

Обновить индексы в дереве

Параметры выполнения команд (Select/Operate)

Таймаут Select, мс: 5000

Кол-во команд в запросе: 10

☒ Выполнять несколько команд одновременно

☒ Включить инициативные сообщения

Активные классы: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

Время хранения, с: 5 5 5

Кол-во событий: 5 5 5

☒ Инициативное сообщение при запуске

Кол-во повторных попыток: 3

Пауза между попытками, мс: 5000

Пауза между серией попыток, мс: 30000

Таймаут подтверждения, с: 10

Рис. 19. Параметры прикладного уровня

Для включения подтверждений успешности обмена между подчиненным узлом и мастером на прикладном уровне должен быть отмечен флажок **Подтверждение приложения**. При этом в заголовке каждого фрагмента, передаваемого сервисом DNP3 контроллера в адрес любого мастера сети, будет установлен в 1 бит CON, требующий подтверждения приема фрагмента от прикладного уровня мастера (см. п. 2.2.3.7). Мастер сети, приняв от контроллера фрагмент с установленным битом CON, в течение интервала времени, не превышающего значения в поле **Таймаут приложения, с**, должен передать подчиненному узлу короткий фрагмент с подтверждением приема (код функции 0 в заголовке, без данных).

Обратите внимание, что описанный механизм подтверждений на прикладном уровне используется для ответов подчиненного узла на запросы мастера, которые в спецификации DNP3 называются неинициативными сообщениями подчиненного узла (solicited responses). Для инициативных сообщений бит CON в исходящих фрагментах подчиненного узла всегда установлен, что подразумевает необходимость подтверждения получения фрагментов мастером.

При настройке параметров сети DNP3 для поддержания приемлемой пропускной способности рекомендуется включить механизм подтверждений на прикладном уровне и отключить – на канальном.

Поля **Макс. размер ответа** и **Макс. размер запроса** (в диапазоне от 100 до 2048 байт) определяют максимальные размеры фрагментов, передаваемых в адрес мастеров сети, и принимаемых от мастеров сети соответственно.

Параметры **Пауза Warm Restart, мс** и **Пауза Cold Restart, мс** определяют максимальную задержку, в течение которой может отсутствовать связь с контроллером после выполнения мастером сетевых команд сброса Warm Restart (код функции 13) и Cold Restart (код функции 14).

Группа параметров **Синхронизация времени** предназначена для настройки протокола синхронизации времени, описание которого приведено в п. 3.1.4.5. По умолчанию используется режим **При запуске**, при котором контроллер будет запрашивать у мастера синхронизацию времени установкой бита IIN1.4 (NEED_TIME) в слове внутренних индикаций только при включении питания или перезапуске.

При установке режима **Периодически** синхронизация времени будет запрашиваться у мастера при запуске контроллера и с периодом, установленным в поле **Интервал, мс**.

Параметры в группе **Параметры выполнения команд (Select/Operate)** предназначены для настройки встроенного интерпретатора сетевых команд управления, которые могут быть выполнены мастером для точек подчиненного узла типа Binary Output и Analog Output, для которых установлен параметр **Режим выполнения команды: Только Select перед Operate** (выбор перед выполнением) или **Все**. В данном режиме выполнение одной или нескольких команд на подчиненном узле мастером предваряется передачей подчиненному узлу информации о точках, для которых необходимо выполнить команды. Информация включает в себя идентификаторы точек и параметры команд, и

передается специальным сообщением прикладного уровня с кодом функции 3 (Select). Если подчиненный узел способен выполнить набор команд, поступивший в запросе Select, он отвечает мастеру сообщением с подтверждением, после чего мастер передает подчиненному запрос с кодом функции 4 (Operate), содержащий идентификаторы тех же точек, которые были перечислены в запросе Select. Подчиненный узел, получив запрос Operate и убедившись, что совокупность точек в нем совпадает с совокупностью, выбранной предшествующей командой Select, выполняет команды.

Поле **Таймаут Select, мс** позволяет задать интервал времени, в течение которого интерпретатор команд сервиса DNP3 контроллера будет ожидать поступления команды Operate, сохраняя набор точек и параметров команды, выбранный предшествующей командой Select. Выбранный набор точек будет удален, если после соответствующей команды Select прошло больше времени, чем задано в поле **Таймаут Select, мс**. Если для всех типов точек из набора не установлен режим выполнения команды **Все**, выполнение команды Operate для данного набора станет невозможным до запуска новой последовательности Select-Operate.

Поля **Выполнять несколько команд одновременно** и **Кол-во команд в запросе** позволяют выполнять одновременно до 100 команд управления над точками типа Binary Output и Analog Output. Обратите внимание, что для корректного выполнения сетевых команд в отношении элементов *Control Relay Output Block* и *16-bit/32-bit/Float Analog Output Block*, добавленных в конфигурацию сервиса DNP3, необходимо в приложении CoDeSys 2.3, загруженном в контроллер, вызывать экземпляры соответствующих функциональных блоков из библиотеки FastwelDNP3Control.lib, либо программные единицы с аналогичными функциональными возможностями. Более подробная информация приведена в п. 3.3.3 настоящего документа.

3.2.2.4. Настройка параметров инициативных сообщений

Для использования механизма инициативных сообщений сервисом DNP3 контроллера необходимо отметить флажок **Включить инициативные сообщения**, показанный на рис. 20.

Инициативные сообщения передаются всем мастерам сети, которые перечислены в списке *Masters Sessions*, и могут содержать информацию о событиях, обнаруженных для точек ввода-вывода в списках *Binary Inputs*, *Analog Inputs*, *Counters*, *Analog Outputs* и *Binary Outputs*, отнесенных к классу 1, 2 или 3.

Контроллер с включенным механизмом инициативных сообщений и включенной опцией **Инициативное сообщение при запуске** при включении питания или перезапуске передает каждому мастеру, присутствующему в списке *Masters Sessions* конфигурации контроллера, инициативное сообщение без данных (null response) с установленным битом IIN1.7 (DEVICE_RESTART) в слове внутренних индикаций.

Если в конфигурации контроллера установлен один из режимов синхронизации времени, то инициативное сообщение без данных будет также содержать установленный бит IIN1.4 (NEED_TIME) при запуске и, в случае выбора периодической синхронизации, по истечении интервала времени, заданного в поле **Синхронизация времени–Интервал,мс**.

Рис. 20. Параметры инициативных сообщений в панели свойств Fastwel

Передача инициативных сообщений любого из трех классов в адрес какого-либо мастера из списка *Master Sessions* может быть выключена данным мастером путем передачи в адрес подчиненного узла сообщения прикладного уровня с кодом функции 20 (DISABLE_UN SOLICITED).

Флажки **Активные классы:1,2,3** предназначены для включения и отключения передачи инициативных сообщений с информацией о событиях соответствующих классов.

Поле **Время хранения, с** для каждого из трех классов определяет интервал времени (от 1 до 65535 секунд), в течение которого информация о событиях соответствующего класса не передается в сеть инициативными сообщениями с момента обнаружения событий. Если данный параметр равен 0, то информация о событиях передается в сеть без задержки.

Поле **Кол-во событий** для каждого из трех классов определяет количество событий (в диапазоне от 1 до 255), до обнаружения которого информация о событиях соответствующего класса не передается в сеть инициативными сообщениями.

Таким образом, поля **Время хранения** и **Кол-во событий** позволяют регулировать количество, размер и частоту передачи инициативных сообщений с информацией о событиях.

Все инициативные сообщения подчиненного узла содержат признак необходимости подтверждения прикладным уровнем мастера (установлен в 1 бит CON в заголовке фрагмента, см. рис. 5 п. 2.2.3.7). Поле **Таймаут подтверждения, с** определяет интервал времени, в течение которого подчиненный узел ожидает подтверждения мастера о приеме инициативного сообщения. По истечении данного интервала времени для неподтвержденных инициативных сообщений с информацией о событиях запускается последовательность восстановления связи, параметры которой задаются в полях **Кол-во повторных попыток**, **Пауза между попытками, мс** и **Пауза между серией попыток, мс**. Данная последовательность состоит из следующих операций:

1. Подчиненный узел передает инициативное сообщение столько раз, сколько задано в поле **Кол-во повторных попыток**. Интервал времени между очередной и следующей попытками устанавливается в поле **Пауза между попытками, мс**.
2. Если попытки передачи на предыдущем шаге не приводят к получению подтверждения от мастера, которому адресовано инициативное сообщение, выдерживается пауза, определенная параметром **Пауза между серией попыток, мс**, после чего повторяется последовательность, описанная в шаге 1.

Обратите внимание, что описанная последовательность восстановления связи выполняется только в том случае, если искомый мастер сети ранее подтвердил хотя бы одно инициативное сообщение, включая служебные без данных (null response). Для изменения периода выдачи начального служебного инициативного сообщения без данных с установленным битом IIN1.7 (DEVICE_RESTART) в слове внутренних индикаций следует использовать поле **Пауза между попытками, мс**.

3.2.2.5. Настройка сеансов связи с мастерами DNP3

По умолчанию сервис DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 не проверяет поле **SrcAddr** в заголовках кадров канального уровня, принимаемых от мастеров сети (не отмечен флажок **Адресация–Проверять адрес отправителя** в панели свойств Fastwel для элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration*). Если отметить флажок **Адресация–Проверять адрес отправителя**, то, при отсутствии элементов в списке *DNP3 L2 Outstation Configuration–Masters Sessions*, произойдет автоматическое добавление в список одного элемента типа *Session*.

Список *DNP3 L2 Outstation Configuration–Masters Sessions* предназначен для хранения в конфигурации приложения элементов *Session*, определяющих множество разрешенных сеансов связи с мастерами сети DNP3. В текущей версии сервиса DNP3 каждый сеанс, представленный элементом *Session*, имеет единственный параметр – адрес мастера DNP3, с которым должно осуществляться сетевое взаимодействие, а остальные параметры канального уровня заимствуются из группы **Параметры физического и канального уровней** панели свойств Fastwel элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration*.

Если при работе сервиса DNP3 требуется использовать механизм инициативных сообщений, в конфигурацию приложения должны быть добавлены элементы *Session* (в количестве до восьми) с адресами мастеров сети, которым предполагается передавать инициативные сообщения.

ВНИМАНИЕ!

Если в панели свойств элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration* отмечен флажок **Включить инициативные сообщения**, т.е. включен механизм инициативных сообщений, а в список *Masters Sessions* не добавлено ни одного элемента, то во время работы контроллера в качестве адресата для отправки инициативных сообщений будет использоваться мастер с адресом 3, для которого сервис DNP3 контроллера автоматически создаст сеанс с соответствующим адресом.

Во время работы контроллера сервис DNP3 передает инициативные сообщения всем мастерам, для которых созданы сеансы в списке *Masters Sessions*, используя индивидуальные для каждого мастера

значения слова внутренних индикаций (IIN). Если какой-либо мастер не подтверждает получение адресованных ему инициативных сообщений, то соответствующие события будут сохраняться сервисом в буфере до тех пор, пока не возобновится связь с данным мастером, либо если вновь обнаруженные события не вытеснят более «старые» события из буфера.

Для добавления сеанса с мастером в список *Masters Sessions* воспользуйтесь одним из следующих способов:

1. При отсутствии элементов в списке *Masters Sessions* выберите в дереве конфигурации контроллера элемент *DNP3 L2 Outstation Configuration* и отметьте флажок **Адресация—Проверять адрес отправителя**. Элемент *Session* с адресом мастера 3 будет автоматически добавлен в список. Если в поле **Адресация—Адрес узла** для элемента *DNP3 L2 Outstation Configuration* уже введено значение адреса, равное 3, адрес мастера для автоматически созданного сеанса будет равен 2.
2. Щелкните правой кнопкой мыши над элементом *Masters Sessions* и выберите команду **Append Session** в контекстном меню, как показано на рис. 21. Либо щелкните правой кнопкой мыши над имеющимся элементом *Session* и выберите команду **Insert Session** в появившемся контекстном меню.
3. Выберите элемент *Masters Sessions* и нажмите кнопку **Добавить** в панели свойств Fastwel.

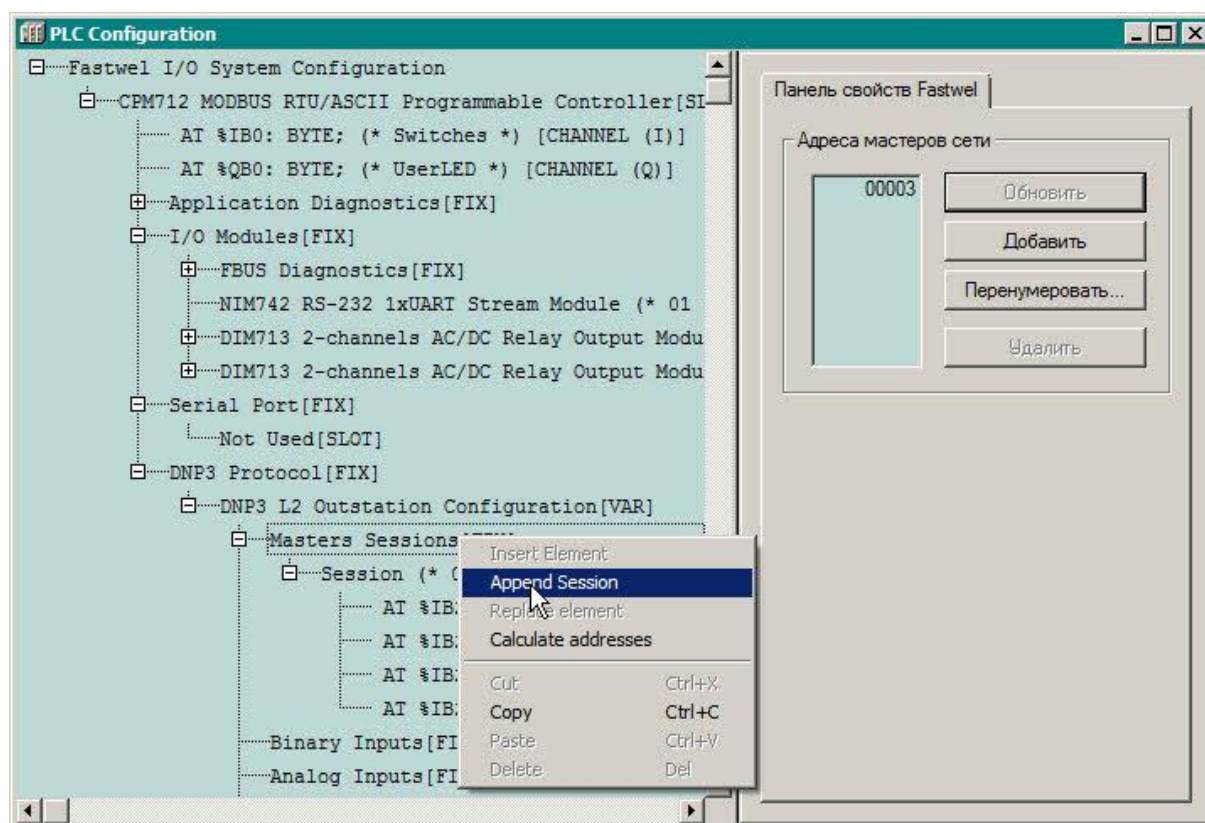


Рис. 21. Добавление сеанса связи с мастером в список *Masters Sessions*

Для ввода нового значения адреса мастера в сеансе выберите требуемый элемент *Session* в списке *Masters Sessions* и введите адрес мастера в поле **Параметры сеанса—Адрес мастера** панели свойств Fastwel, показанной на рис. 22.

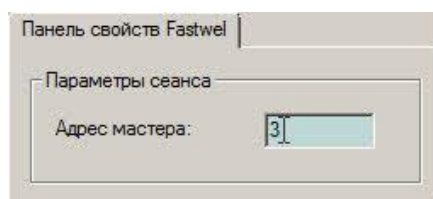


Рис. 22. Параметры сеанса связи с мастером сети

Для отображения текущих значений адресов мастеров для элементов *Session* в списке *Masters Sessions* дерева конфигурации контроллера, выберите элемент *Masters Sessions* и нажмите кнопку

Обновить в панели свойств Fastwel, показанной на рис. 21. Адреса мастеров появятся в дереве в полях комментариев элементов Session, как показано на рис. 23.

Для удаления элемента Session выберите его в списке *Masters Sessions* и нажмите клавишу **Delete**, либо щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в появившемся контекстном меню. Кроме того, для удаления сеанса можно выбрать его в списке **Адреса мастеров сети** в панели свойств Fastwel элемента *Masters Sessions* и нажать кнопку **Удалить**.

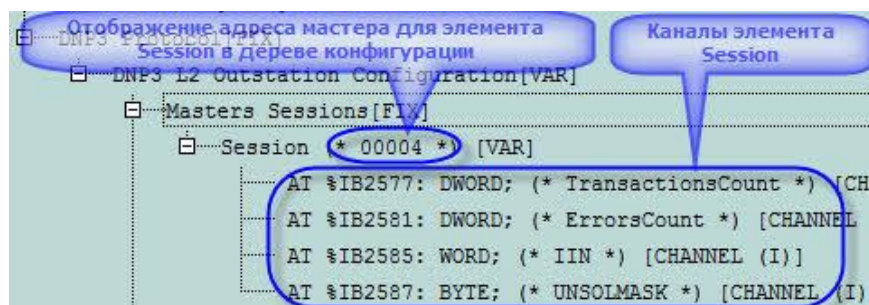


Рис. 23. Входные каналы элемента Session

Приложению CoDeSys 2.3 для контроллеров CPM712 и CPM713 доступны четыре входных канала в каждом элементе Session, показанных на рис. 23, которые могут использоваться для диагностики сеанса связи с соответствующим мастером в приложении. Описание каналов приведено в табл. 4.

Таблица 4. Назначение входных каналов элемента Session

Элемент/канал	Тип	Назначение
TransactionsCount	DWORD	Счетчик фрагментов прикладного уровня, полученных от мастера в данном сеансе.
ErrorsCount	DWORD	Счетчик ошибок взаимодействия с мастером в сеансе. Данный счетчик увеличивается на 1, если обнаружена любая ошибка в сообщении прикладного уровня от мастера.
IIN	WORD	Слово внутренних индикаций для данного мастера. Описание битовых полей приведено в п. 2.2.3.8
UNSOLMASK	BYTE	Биты 0–2 содержат битовую маску классов событий, разрешенных в сеансе с данным мастером. Логическая 1 в бите 0 соответствует разрешенному классу 1, в бите 1 – классу 2, в бите 2 – классу 3.

Входные каналы каждого сеанса обновляются с периодом около 1 с.

3.2.3. Конфигурирование базы данных DNP3

3.2.3.1. Общие сведения

База данных сервиса подчиненного узла DNP3 в контроллере состоит из пяти множеств коммуникационных объектов данных и команд, называемых «точками» (см. п. 2.2.3.1), и системы буферов типа «очередь», в которых фиксируются события для точек, отнесенных к классам событий. Мастера сети, для которых определены сеансы в секции *Masters Sessions*, опрашивают базу данных путем передачи запросов к отдельным точкам, типам точек и/или классам точек. Кроме того, если в конфигурации подчиненного узла DNP3 разрешено использование инициативных сообщений, и мастер при установлении соединения с контроллером разрешает их передачу в его адрес, то информация о событиях будет передаваться мастеру инициативными сообщениями.

Конфигурирование базы данных DNP3 выполняется в ресурсе **PLC Configuration** среды разработки CoDeSys 2.3 в процессе разработки приложения контроллера. Создание точек разных типов в базе данных DNP3 выполняется путем добавления соответствующих элементов в списки под элементом *DNP3 L2 Outstation Configuration*:

1. *Binary Inputs* (бинарные входы) – список элементов конфигурации, определяющих точки типа Binary Input в базе данных DNP3, которые предназначены для передачи мастеру сети логических состояний дискретных сигналов и переменных приложения, функционирующего в контроллере, посредством объектов группы 1 (g1) и связанных с ними событий – при помощи объектов группы 2 (g2).
2. *Analog Inputs* (аналоговые входы) – список элементов конфигурации, определяющих точки типа Analog Input в базе данных DNP3, которые предназначены для передачи мастеру сети целочисленных и действительных значений аналоговых сигналов и переменных приложения посредством объектов группы 30 (g30) и связанных с ними событий – при помощи объектов группы 32 (g32). Кроме того, мастера DNP3 имеют возможность чтения и записи зон нечувствительности точек типа Analog Input при помощи объектов группы 34 (g34).

3. *Counters* (счетчики) – список элементов конфигурации, определяющих точки типа Counter в базе данных DNP3, которые предназначены для передачи в адрес мастеров сети DNP3 целочисленных значений интегральных счетных параметров и переменных приложения контроллера посредством объектов групп 20 и 21 (g20, g21) соответственно, а также связанных с ними событий при помощи объектов групп 22 и 23 (g22, g23).
Для элементов типа *Counter with Freeze*, добавляемых в список *Counters*, обеспечивается возможность обработки в приложении контроллера команд фиксации и фиксации со сбросом, передаваемых мастерами DNP3 посредством запросов прикладного уровня с кодами функций FREEZE (7), FREEZE_NR (8), FREEZE_CLEAR (9), FREEZE_CLEAR_NR (10) (см. рис. 4 п. 2.2.3.7). Варианты перечисленных команд с подтверждением и без (с суффиксом _NR) далее называются командами фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear).
4. *Binary Outputs* (бинарные выходы) – список элементов конфигурации, определяющих точки типа Binary Output в базе данных DNP3, которые предназначены для приема подчиненным узлом команд управления логическим состоянием выходных дискретных сигналов и булевых переменных приложения от мастера сети.
Для доступа к точкам, добавленным в список *Binary Outputs*, со стороны мастеров DNP3 могут использоваться объекты групп 10, 11, 12 и 13 (g10, g11, g12 и g13).
5. *Analog Outputs* (аналоговые выходы) – список элементов конфигурации, определяющих точки типа Analog Output в базе данных DNP3, которые предназначены для приема подчиненным узлом команд аналогового управления, передаваемых мастерами DNP3 в отношении целочисленных и действительных переменных приложения, выполняющегося в контроллере.
Для доступа к точкам в секции *Analog Outputs* со стороны мастеров DNP3 могут использоваться объекты групп 40, 41, 42 и 43 (g40, g41, g42, g43).

Элементы пяти перечисленных списков обеспечивают интерфейс по данным и командам управления между приложением, выполняющимся в контроллере, и мастерами сети DNP3. Приложение получает данные, поступающие в запросах записи и в командах DNP3, через входные каналы элементов с адресами в образе процесса %I*, и передает данные в сеть через выходные каналы с адресами %Q*.

Как указывалось в пп. 2.2.3.1–2.2.3.2, для идентификации объектов данных, команд и событий в запросах прикладного уровня используются понятия *Группа* (Group), *Вариация* (Variation) и *Индекс* (Index) объекта.

Сопоставление элементов, которые могут быть добавлены в списки *Binary Inputs*, *Analog Inputs*, *Counters*, *Binary Outputs* и *Analog Outputs*, с группами и вариациями, используемыми мастерами сети для доступа к соответствующим объектам данных, команд и событий, приведено в пп. 3.2.3.2–3.2.3.6.

Для определения *индекса* некоторой точки внутри типа, к которому она относится, используются следующие правила:

1. Для точек типа Analog Input, Counter и Analog Output индексом является позиция соответствующих им элементов в списках *Analog Inputs*, *Counters* и *Analog Outputs*, начиная с 0.
2. Элемент *8-bit Binary Input*, добавляемый в список *Binary Inputs*, определяет восемь точек типа *Binary Input*, т.е. каждый элемент занимает восемь смежных индексов, как показано на рис. 24.
3. Элемент *8-bit Binary Output*, добавляемый в список *Binary Outputs*, представляет восемь точек типа *Binary Output* и занимает восемь смежных индексов. Элемент *Control Relay Output Block* (CROB), добавляемый в этот же список, занимает один индекс, как показано на рис. 24.

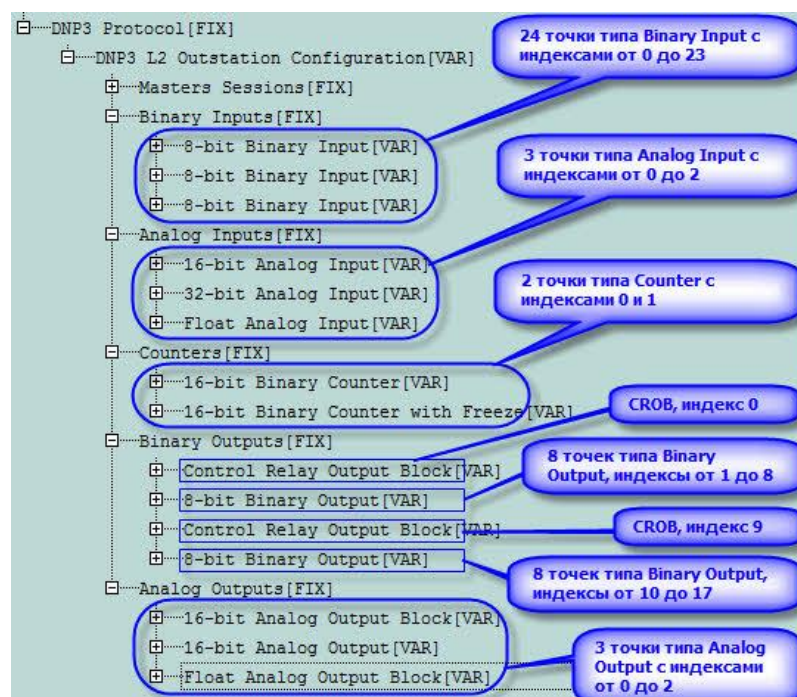


Рис. 24. Индексация точек базы данных DNP3

Для упрощения определения индексов точек в базе данных DNP3 контроллера возможно отобразить их в дереве конфигурации контроллера, как показано на рис. 25.

Для отображения или обновления информации об индексах всех точек DNP3 в дереве конфигурации выберите элемент *DNP3 L2 Outstation Configuration* и нажмите кнопку **Обновить индексы в дереве**, расположенную в нижней части панели свойств Fastwel.

Для отображения или обновления информации об индексах точек некоторого типа в дереве конфигурации выберите нужный список и нажмите кнопку **Обновить индексы в дереве**, расположенную в нижней части панели свойств Fastwel, как показано на рис. 26.

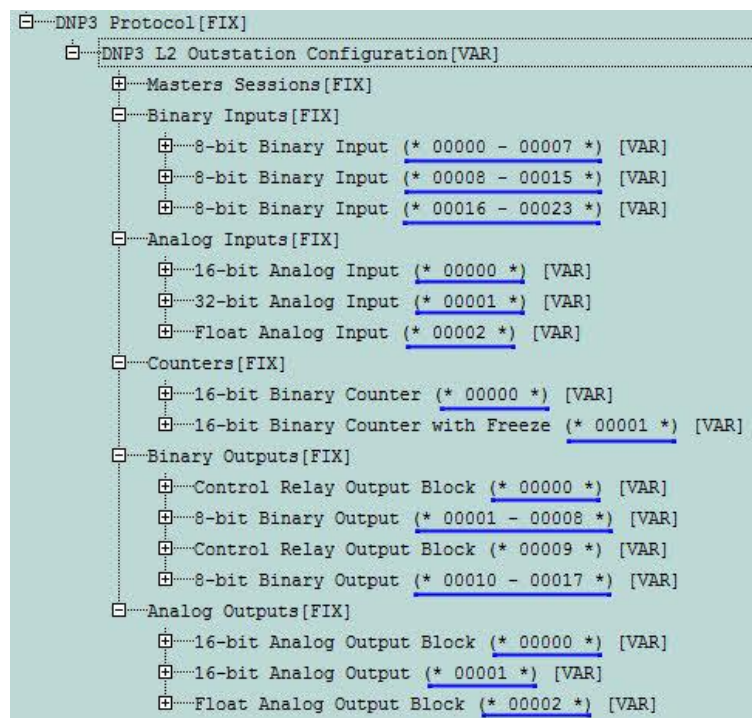


Рис. 25. Отображение индексов точек базы данных DNP3 в дереве конфигурации контроллера

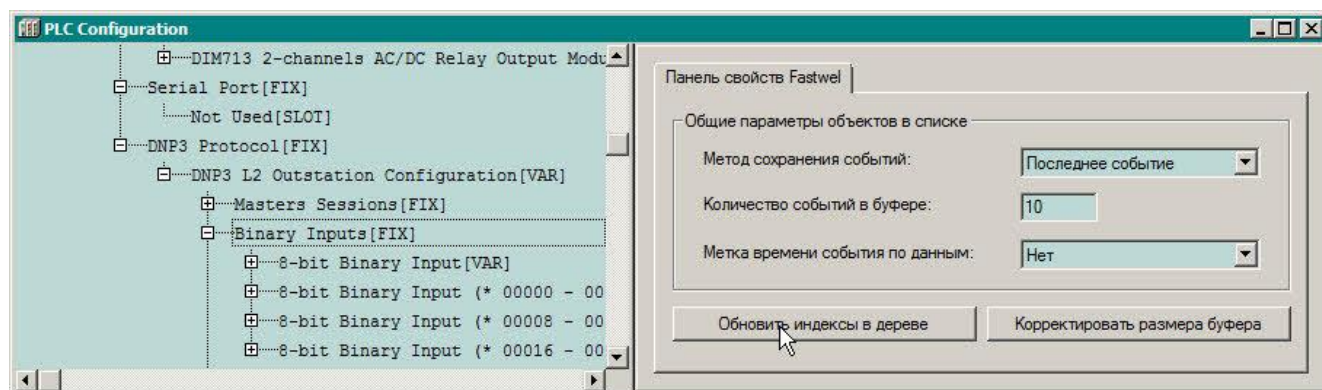


Рис. 26. Обновление индексов точек типа Binary Inputs в дереве конфигурации контроллера

Непосредственно после добавлении точек в любой список они по умолчанию отнесены к статическим данным класса 0, т.е. мастера DNP3 будут иметь возможность доступа к их текущим значениям сетевыми запросами чтения специальными запросами чтения всех данных класса 0 (g60v1, квалификатор 6) или всех данных подчиненного узла (Integrity Poll – состоит из последовательности запросов к данным классов 1, 2, 3, 0 с квалификатором 6: g60v2, g60v3, g60v4, g60v1).

Для отнесения какой-либо точки или группы точек к классам событий 1, 2 и/или 3, следует отметить один или несколько флажков **Класс события по данным** и, для выходных точек, **Класс события по командам** в панели свойств Fastwel соответствующего элемента, как показано на рис. 27. Более подробная информация о статических данных и событиях приведена в п. 2.2.3.4, а о классах – в п. 2.2.3.5.

Мастера DNP3 могут запрашивать у подчиненного узла все поддерживаемые вариации точек разных типов, указанные в *Профиле устройства*. При этом запрос нулевой вариации для точки любого типа предполагает, что ответ подчиненного узла будет содержать вариацию данных для запрошенной точки, которая определена в подчиненном устройстве в качестве исходной или *вариации по умолчанию*.

В сервисе DNP3 контроллеров CPM712 и CPM713 исходная вариация для точек большинства типов, передаваемая в ответе на запрос мастера с нулевой вариацией, не имеет флага, позволяющего мастерам DNP3 получать диагностическую информацию о состоянии точек. Для обеспечения возможности получения вариаций каких-либо точек «с флагом» (with flags) в ответ на запрос мастера с нулевой вариацией следует отметить флажок **С флагом** в панели свойств Fastwel соответствующего элемента. Местоположение флажка **С флагом** одинаково для всех типов точек и показано на рис. 27.

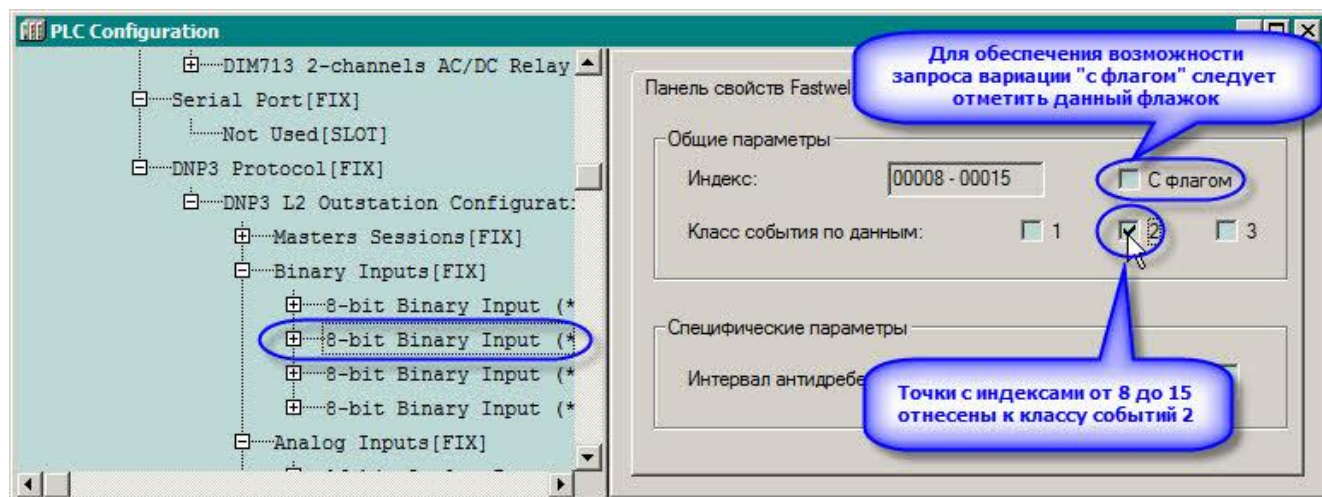


Рис. 27. Отнесение точек к классам событий

Как указывалось в п. 3.1.4.4, при отнесении каких-либо точек к классам событий по данным и/или по командам, сервис DNP3 поддерживает отдельные буфера событий для каждого типа точек. Выбор метода сохранения событий и установка размера буфера выполняются для каждого типа точек в панели свойств Fastwel, отображаемой при выборе соответствующего списка в дереве конфигурации контроллера, как показано на рис. 28.

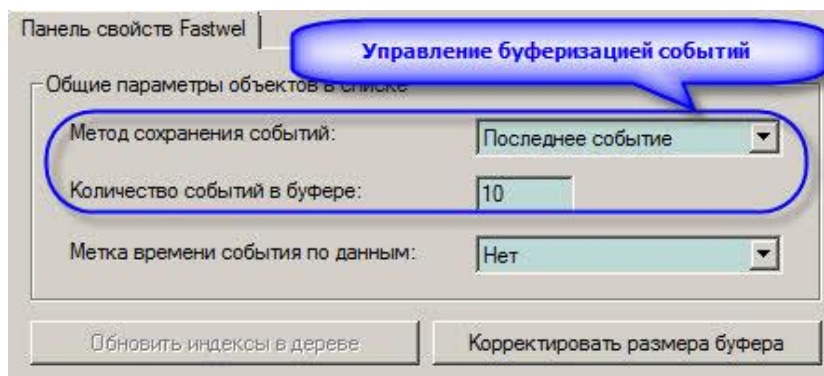


Рис. 28. Параметры буферизации событий для всех точек типа **Binary Inputs**

Выпадающий список **Метод сохранения событий**, показанный на рис. 28, позволяет выбрать один из двух методов сохранения объектов-событий:

1. *Последнее событие* – для каждой точки в выбранном списке, отнесенной к какому-либо классу событий (1, 2 или 3), в буфере событий отводится одна ячейка, которая будет содержать только последнее событие, зафиксированное для данной точки.
2. *Все события* – для каждой точки в выбранном списке, отнесенной к какому-либо классу событий, в буфере событий будут сохраняться все обнаруженные события. При переполнении буфера обнаруженные новые события будут помещаться в буфер, вытесняя из него наиболее давние события, а в слове внутренних индикаций будет устанавливаться бит IIN2.3 (EVENT_BUFFER_OVERFLOW).

Поле **Количество событий в буфере** позволяет задать размер буфера для выбранного списка точек. При использовании метода сохранения событий *Последнее событие*, размер буфера должен быть равен количеству точек, добавленных в список, а при использовании метода сохранения *Все события* – не менее удвоенного количества точек в списке. Если указанные ограничения не выполняются, становится доступной кнопка **Корректировать размер буфера**, нажатие которой приведет к установке удовлетворительного размера буфера.

Следует отметить, что при использовании метода сохранения событий *Все события*, требуемый размер буфера зависит от частоты возникновения событий, от используемого способа передачи информации о событиях мастерам сети (по опросу или инициативными сообщениями), от количества мастеров и от пропускной способности используемого канала связи. Таким образом, размеры буферов должны оцениваться при проектировании системы с учетом указанных характеристики, а также с учетом требований к объему сохраняемой информации и времени хранения.

3.2.3.2. Секция бинарных входов (Binary Inputs)

Данная секция является списком для добавления точек типа Binary Input в базу данных сервиса DNP3. В список может быть добавлен элемент типа *8-bit Binary Input*, представляющий сразу восемь точек типа Binary Input для передачи мастеру DNP3 дискретных сигналов и состояний булевых переменных приложения, выполняющегося в контроллере.

Панель свойств Fastwel для списка *Binary Inputs* показана на рис. 29.

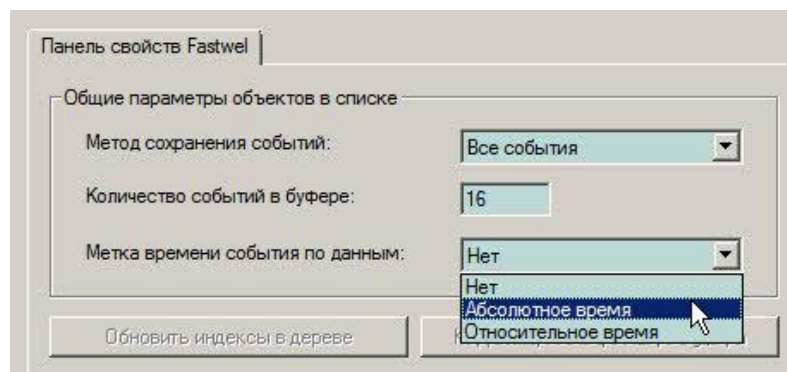


Рис. 29. Панель свойств Fastwel для списка **Binary Inputs**

Описание назначения параметров **Метод сохранения событий** и **Количество событий в буфере** приведено в п. 3.2.3.1.

В случае, если в списке будут присутствовать точки, отнесенные хотя бы к одному классу событий, выпадающий список **Метка времени события по данным** позволяет выбрать вариацию по умолчанию объектов-событий группы 2, которые будут создаваться в буфере событий при изменении логического состояния точек, добавленных в список *Binary Inputs*:

1. При выборе **Метка времени события по данным – Нет** для представления событий будут использованы объекты-события без метки времени g2v1 (Binary Input Event – Without time).
2. При выборе **Метка времени события по данным – Абсолютное время** для представления событий будут использованы объекты-события с абсолютной меткой времени g2v2 (Binary Input Event – With absolute time).
3. При выборе **Метка времени события по данным – Относительное время** для представления событий будут использованы объекты-события с относительной меткой времени g2v3 (Binary Input Event – With relative time).

Для добавления элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над списком *Binary Inputs* и выберите команду **Append 8-bit Binary Input** в контекстном меню, как показано на рис. 30.

Для вставки элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над существующим элементом *8-bit Binary Input* в списке и выберите команду **Insert 8-bit Binary Input** в контекстном меню.

Для удаления элемента из списка щелкните на нем правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в контекстном меню, либо выберите элемент в списке и нажмите клавишу **Delete**.

Панель свойств Fastwel и выходные каналы элемента *8-bit Binary Input* показаны на рис. 31.

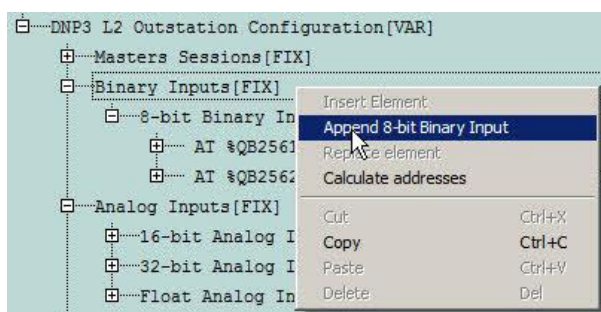


Рис. 30. Добавление элемента 8-bit Binary Input в список Binary Inputs

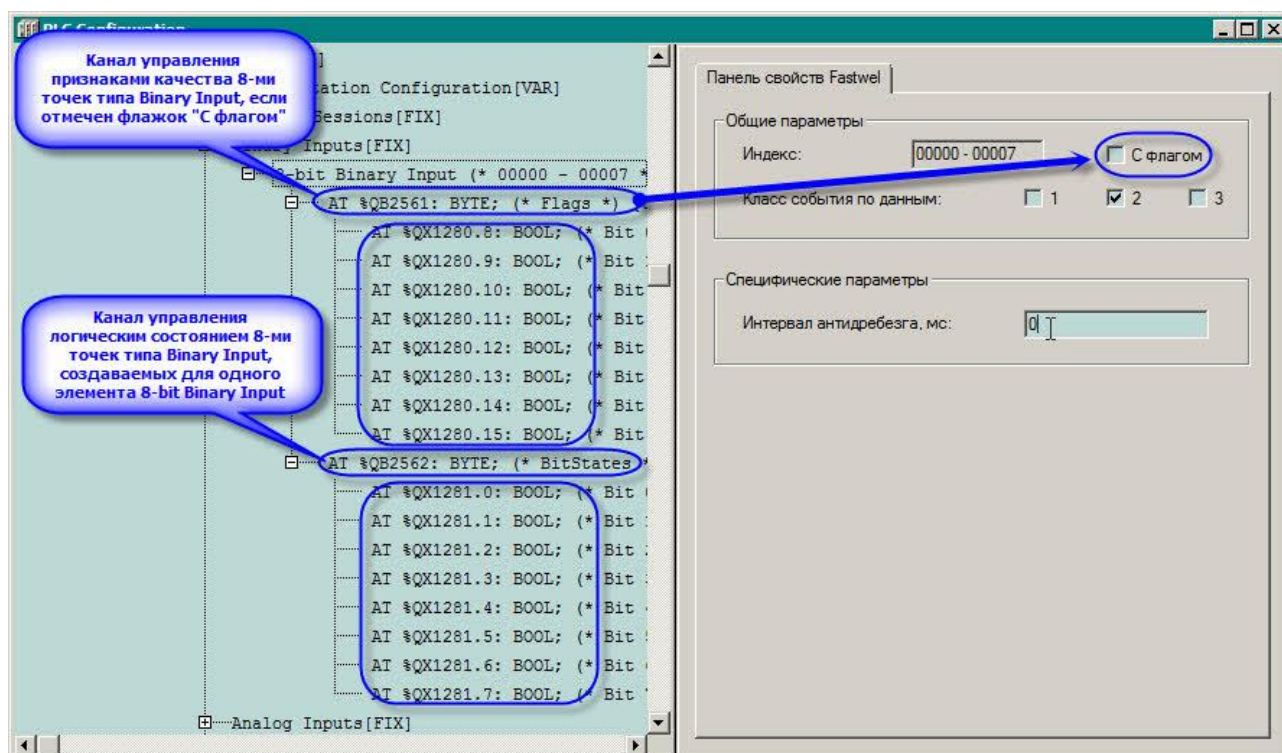


Рис. 31. Выходные каналы и панель свойств Fastwel элемента 8-bit Binary Input

Описание полей панели свойств Fastwel элемента *8-bit Binary Input* приведено в табл. 5.

Таблица 5. Параметры элемента *8-bit Binary Input*

Поле/параметр	Диапазон	Описание
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит диапазон индексов, назначенных восьми точкам типа <i>Binary Input</i> , которые представлены текущим выбранным элементом <i>8-bit Binary Input</i> . Непосредственно после добавления элемента в список поле Индекс будет пустым до нажатия кнопки Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> или <i>Binary Inputs</i> . После обновления индексов в дереве в поле будет отображаться диапазон индексов, занимаемых точками данного элемента. После вставки или удаления элементов типа <i>8-bit Binary Input</i> над текущим элементом для отображения правильных значений индексов для каждого элемента списка <i>Binary Inputs</i> следует повторно нажать Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel списка <i>Binary Inputs</i> или элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> .
С флагом	нет/да	Если данный флажок не установлен, на запрос чтения g1v0 для индексов, занимаемых точками элемента <i>8-bit Binary Input</i> , мастеру будут передаваться до 8-ми объектов g1v1 (<i>Binary Input – Packed format</i>) без флагов. Если данный флажок установлен, на запрос чтения g1v0 для индексов, занимаемых точками элемента <i>8-bit Binary Input</i> , мастеру будут передаваться 8 объектов g1v2 (<i>Binary Input – With flags</i>). Приложение контроллера может управлять состоянием бита 0 (ONLINE) и бита 7 (STATE) для каждого из восьми объектов g1v2 через соответствующие битовые поля выходных каналов <i>Flags</i> и <i>BitStates</i> , показанных слева на рис. 31.
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) восемь точек типа <i>Binary Input</i> будут отнесены к соответствующим классам событий. Объекты-события будут формироваться для отдельных точек при изменении их логического состояния с учетом значения параметра Интервал антидребезга, мс и передаваться мастерам сети DNP3 объектами-событиями g2v1 (для списка <i>Binary Inputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Нет), g2v2 (для <i>Binary Inputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Абсолютное время) или g2v3 (для <i>Binary Inputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Относительное время).
Интервал антидребезга	0–65535	Позволяет установить интервал времени, в течение которого с момента последнего события любое изменение логического состояния выходных каналов <i>BitStates</i> элемента <i>8-bit Binary Input</i> не будет приводить к формированию событий. Период проверки состояния каналов <i>BitStates</i> сервисом DNP3 составляет не менее 10 мс, поэтому более частые изменения обнаружить не удастся. При равенстве 0 события генерируются по любому изменению, но не чаще одного раза в 10 мс. При изменении признака ONLINE (бит 0 в поле флагов каждой точки) событие генерируется в любом случае.

Описание каналов элемента *8-bit Binary Input* приведено в табл. 6.

Таблица 6. Назначение выходных каналов элемента *8-bit Binary Input*

Канал	Направление	Тип	Назначение
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления нулевыми битами восьми объектов g1v2, если в панели свойств Fastwel элемента <i>8-bit Binary Input</i> отмечен флажок С флагом . Бит 0 объекта g1v2 и соответствующих объектов-событий при равенстве 1 указывает на достоверность логического состояния дискретного входа, передаваемого седьмым битом. Запись значения TRUE из приложения, исполняющегося в контроллере, в битовое поле канала <i>Flags</i> с номером N (от 0 до 7) приведет к сбросу признака достоверности для точки с номером N (от 0 до 7). Запись FALSE устанавливает признак достоверности.
BitStates	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления седьмыми битами восьми объектов g1v2, если в панели свойств Fastwel элемента <i>8-bit Binary Input</i> отмечен флажок С флагом , или, если флажок С флагом снят, логическим состоянием соответствующих битовых полей объекта g1v1, передающих логическое состояние 8-ми дискретных входов без флагов.

Обратите внимание, что один элемент *8-bit Binary Input*, добавленный в конфигурацию приложения, описывает восемь точек базы данных сервиса DNP3 типа *Binary Input*. При установке флажка **С флагом** в панели свойств Fastwel каждая из восьми точек будет иметь вариацию по умолчанию g1v2 и передаваться по сети отдельным байтом, формат которого представлен на рис. 32.

Бит 7	Биты 1–6	Бит 0
STATE	для CPM712 и CPM713 всегда 0	ONLINE

ONLINE = 1 : логическое состояние точки достоверно

ONLINE = 0 : логическое состояние точки недостоверно

STATE = 1 : логическое состояние точки TRUE, если ONLINE = 1

STATE = 0 : логическое состояние точки FALSE, если ONLINE = 1

Рис. 32. Формат объекта g1v2 (*Binary Input – with flags*)

Приложение, разрабатываемое для контроллера CPM712 или CPM713 в среде CoDeSys 2.3, должно управлять логическим состоянием каждой из восьми точек, определяемых в базе данных DNP3 элементом *8-bit Binary Input*:

1. Для установки в 1 состояния (STATE) точки с номером N (от 0 до 7) следует записать TRUE в битовое поле с номером N (от 0 до 7) канала *BitStates*.
2. Для сброса в 0 состояния (STATE) точки с номером N (от 0 до 7) следует записать FALSE в битовое поле с номером N (от 0 до 7) канала *BitStates*.

Кроме того, приложение может управлять признаком достоверности любой из восьми точек, определяемых в базе данных DNP3 элементом *8-bit Binary Input*:

1. Для установки признака достоверности ONLINE для любой из восьми точек с номером N (от 0 до 7) следует записать FALSE в битовое поле с номером N (от 0 до 7) канала *Flags*.
2. Для сброса признака достоверности ONLINE для любой из восьми точек с номером N (от 0 до 7) следует записать TRUE в битовое поле с номером N (от 0 до 7) канала *Flags*.

Обратите внимание, что если точки, определенные в базе данных DNP3 элементом *8-bit Binary Input*, отнесены к любому из классов событий (отмечен какой-либо флажок **Класс события по данным**), то:

1. Объекты g2v1 (событие по бинарному входу без метки времени), g2v2 (событие по бинарному входу с абсолютной меткой времени), g2v3 (событие по бинарному входу с относительной меткой времени) всегда имеют формат значения, показанный на рис. 32.
2. Первое событие для всех восьми точек будет сгенерировано при запуске или перезапуске контроллера в момент, когда сервис DNP3 устанавливает признаки ONLINE.

3.2.3.3. Секция аналоговых входов (Analog Inputs)

Данная секция является списком для определения точек типа Analog Input в базе данных сервиса DNP3. В список могут быть добавлены элементы для передачи мастеру сети аналоговых сигналов и значений переменных приложения следующих типов:

1. *16-bit Analog Input* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Analog Input с вариацией по умолчанию g30v2 (если отмечен флажок **С флагом**) или g30v4 (если не отмечен флажок **С флагом**), тип значения которой совпадает с типом INT IEC 61131-3. Если точка отнесена к одному или нескольким классам событий 1, 2 и/или 3 (отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**), то во время работы приложения при изменении значения точки с учетом зоны нечувствительности, определенной параметром **Зона нечувствительности**, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g32v2 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g32v4 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**). Зона нечувствительности некоторой точки может быть получена мастером сети путем запроса чтения объекта g34v1 по индексу данной точки.
2. *32-bit Analog Input* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Analog Input с вариацией по умолчанию g30v1 (если отмечен флажок **С флагом**) или g30v3 (если не отмечен флажок **С флагом**), исходный тип значения которой совпадает с типом DINT IEC 61131-3. Если точка отнесена к одному или нескольким классам событий 1, 2 и/или 3 (отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**), то во время работы приложения при изменении значения точки с учетом зоны нечувствительности, определенной параметром **Зона нечувствительности**, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g32v1 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g32v3 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**). Зона нечувствительности некоторой точки может быть получена мастером сети путем запроса чтения объекта g34v2 по индексу данной точки.
3. *Float Analog Input* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Analog Input с вариацией по умолчанию g30v5, исходный тип значения которой совпадает с типом REAL IEC 61131-3. Данная вариация всегда предполагает наличие флага. Если точка отнесена к одному или нескольким классам событий 1, 2 и/или 3 (отмечены

один или несколько флажков **Класс события по данным**), то во время работы приложения при изменении значения точки с учетом зоны нечувствительности, определенной параметром **Зона нечувствительности**, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g32v5 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g32v7 (для списка *Analog Inputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).

Зона нечувствительности некоторой точки может быть получена мастером сети путем запроса чтения g34v3 по индексу данной точки.

Панель свойств Fastwel для списка *Analog Inputs* показана на рис. 33.

Описание назначения параметров **Метод сохранения событий** и **Количество событий в буфере** приведено в п. 3.2.3.1.

В случае, если в списке будут присутствовать точки, отнесенные хотя бы к одному классу событий, выпадающий список **Метка времени события по данным** позволяет выбрать вариацию по умолчанию объектов-событий группы 32, которые будут создаваться в буфере событий при изменении значений точек, добавленных в список *Analog Inputs*:

1. При выборе **Метка времени события по данным – Без метки времени** для представления событий будут использованы объекты-события без метки времени: g32v1 – для 32-bit *Analog Input*, g32v2 – для 16-bit *Analog Input*, g32v5 – для *Float Analog Input*.
2. При выборе **Метка времени события по данным – С меткой времени** для представления событий будут использованы объекты-события с абсолютной меткой времени: g32v3 – для 32-bit *Analog Input*, g32v4 – для 16-bit *Analog Input*, g32v7 – для *Float Analog Input*.

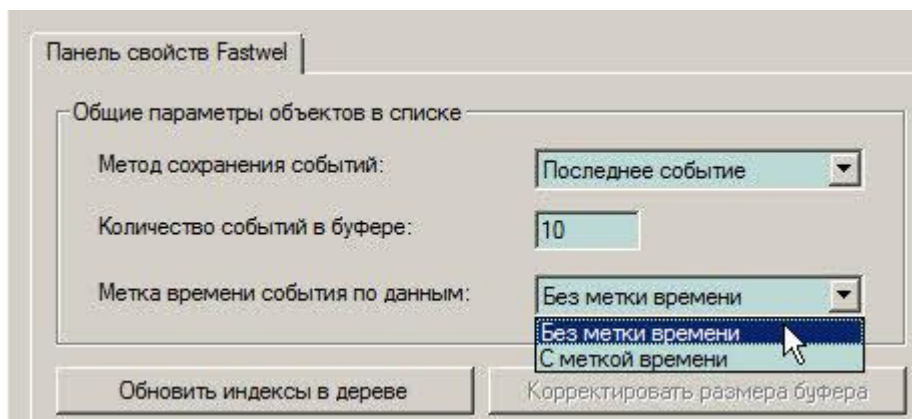


Рис. 33. Панель свойств Fastwel для списка *Analog Inputs*

Для добавления элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над списком *Analog Inputs*, выберите команду **Append Subelement** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип добавляемого элемента, как показано на рис. 34.

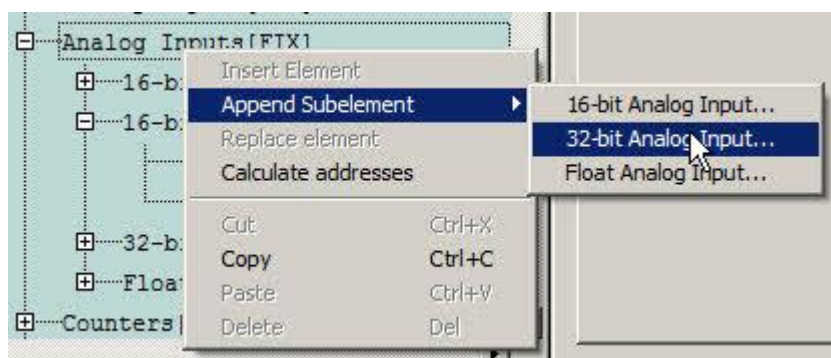


Рис. 34. Добавление элемента в список *Analog Inputs*

Для вставки элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над существующим элементом списка, выберите команду **Insert Element** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип вставляемого элемента.

Для удаления элемента из списка щелкните на нем правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в контекстном меню, либо выберите элемент в списке и нажмите клавишу **Delete**.

Рис. 35. Панель свойств Fastwel для элемента списка Analog Inputs

Описание полей панели свойств Fastwel для элементов списка *Analog Inputs* приведено в табл. 7.

Таблица 7. Параметры элементов 16-bit/32-bit/Float Analog Input

Поле/параметр	Диапазон	Описание
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит индекс текущего выбранного элемента, который должен использоваться для доступа к определяемой элементом точке DNP3 по сети.
С флагом	нет/да	Если данный флажок не установлен, на запрос чтения g30v0 по индексу, занимаемому точкой элемента, мастеру будут передаваться объект g30v3 (для 32-bit Analog Input) или g30v4 (для 16-bit Analog Input). Если данный флажок установлен, на запрос чтения g30v0 по индексу, занимаемому точкой элемента, мастеру будут передаваться объект g30v1 (для 32-bit Analog Input) или g30v2 (для 16-bit Analog Input). Приложение контроллера может управлять состоянием битовых полей байтового флага, представленного выходным каналом <i>Flags</i> . Значения для точки формируются приложением путем записи значений в канал <i>Value</i> .
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка будет отнесена к соответствующим классам событий. Объекты-события будут формироваться при изменении значения точки с учетом значения параметра Зона нечувствительности и передаваться мастерам сети DNP3 объектами-событиями g32v1, g32v2, g32v3, g32v4, g32v5, g32v7.
Зона нечувствительности	0–32767 (для 16-bit) 0–2147483647 (для 32-bit) REAL ≥ 0 (для Float)	Для точки, отнесенной к одному из классов событий, данный параметр определяет диапазон изменения от значения в момент последнего события, в пределах которого <u>не формируется</u> новое событие. Если отмечен флажок Разрешить изменение зоны нечувствительности по сети , то мастера DNP3 имеют возможность записывать собственные диапазоны нечувствительности для выбранной точки путем записи объектов g34v1, g34v2 и g34v3 по соответствующему индексу. Для Float Analog Input должен использоваться формат REAL с точкой в качестве разделителя. Например: 5.51.
Разрешить изменение зоны нечувствительности по сети	нет/да	Если установлен данный флажок, мастер DNP3 имеет возможность изменить зону нечувствительности для данной точки путем записи объектов g34v1 (для 16-bit Analog Input), g34v2 (для 32-bit Analog Input) и g34v3 (для Float Analog Input) по соответствующему индексу.

Описание каналов элементов списка *Analog Inputs* приведено в табл. 8.

Таблица 8. Назначение выходных каналов элементов 16-bit/32-bit/Float Analog Input

Канал	Направление	Тип	Назначение
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления признаком качества точки из приложения CoDeSys 2.3. Запись значения TRUE из приложения, исполняющегося в контроллере, в бит 0 (ONLINE) канала <i>Flags</i> приведет к сбросу признака достоверности точки для мастера сети, а запись FALSE устанавливает признак достоверности. Остальные биты имеют следующее значение: Бит 1 (RESTART) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что значение данной точки ни разу не обновлено из измерительного канала, с которым она связана. Бит 2 (COMM_LOST) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что утрачена связь с удаленным устройством, формирующим значение для данной точки (например, удаленный сервер MODBUS RTU или MODBUS TCP). Бит 3 (REMOTE_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что значение данной точки форсировано на удаленном формирующем устройстве. Бит 4 (LOCAL_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что значение данной точки форсировано приложением контроллера. Бит 5 (OVER_RANGE) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что значение данной точки вышло за пределы некоторого допустимого диапазона. Бит 6 (REFERENCE_ERR) – установкой данного бита можно уведомить мастера о потере точности измерения значений для данной точки. Бит 7 (резерв) – должен быть равен 0.
Value	Выход (%Q*)	INT DINT REAL	Значение, формируемое приложением для передачи мастеру DNP3 через данную точку, должно записываться в данный канал. Если точка отнесена к какому-либо классу событий, проверка наличия изменения значения точки выполняется с периодом не менее 10 мс.

3.2.3.4. Секция счетчиков (Counters)

Данная секция является списком для определения точек типа Counter в базе данных сервиса DNP3. Элементы данного списка могут использоваться для передачи мастеру DNP3 значений счетных и интегральных целочисленных параметров контролируемого технологического процесса, а также для приема от мастера команд фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear) значений счетных параметров. В список могут быть добавлены элементы следующих типов:

1. *16-bit Binary Counter* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Counter с вариацией по умолчанию g20v2 (если отмечен флажок **С флагом**) или g20v6 (если не отмечен флажок **С флагом**), тип значения которой совпадает с типом WORD IEC 61131-3. Если точка отнесена к одному или нескольким классам событий 1, 2 и/или 3 (отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**), то во время работы приложения при изменении значения точки с учетом диапазона нечувствительности, определенной параметром **Диапазон изменения**, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g22v2 (если для списка *Counters* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g22v6 (для списка *Counters* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Мастера DNP3 не могут обращаться к данной точке, как к объекту Frozen Counter (g21v0, g21v2 или g21v6), и выполнять команды фиксации.
2. *32-bit Binary Counter* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Counter с вариацией по умолчанию g20v1 (если отмечен флажок **С флагом**) или g20v5 (если не отмечен флажок **С флагом**), тип значения которой совпадает с типом DWORD IEC 61131-3. Если точка отнесена к одному или нескольким классам событий 1, 2 и/или 3 (отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**), то во время работы приложения при изменении значения точки с учетом диапазона нечувствительности, определенной параметром **Диапазон изменения**, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g22v1 (для списка *Counters* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g22v5 (для списка *Counters* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Мастера DNP3 не могут обращаться к данной точке, как к объекту Frozen Counter (g21v0, g21v1 или g21v5), и выполнять команды фиксации.
3. *16-bit Binary Counter with Freeze* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Counter, которая полностью идентична точке, определяемой элементом *16-bit Binary Counter*, но позволяет приложению, выполняющемуся в контроллере, отрабатывать команды фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear) посредством функционального

блока DNP_FZN_WORD_DIRECT из библиотеки FastwelDNP3Control.lib.

Кроме того, точка, представленная данным элементом, может быть отнесена к классам событий по командам, что позволяет мастеру получать зафиксированные значения счетчика в объектах-событиях g23v2 и g23v6.

4. *32-bit Binary Counter with Freeze* – определяет в базе данных DNP3 точку типа Counter, которая полностью идентична точке, определяемой элементом *32-bit Binary Counter*, но позволяет приложению, выполняющемуся в контроллере, обрабатывать команды фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear) посредством функционального блока DNP_FZN_DWORD_DIRECT из библиотеки FastwelDNP3Control.lib.
Кроме того, точка, представленная данным элементом, может быть отнесена к классам событий по командам, что позволяет мастеру получать зафиксированные значения счетчика в объектах-событиях g23v1 и g23v5.

Панель свойств Fastwel для списка Counters показана на рис. 36.

Описание назначения параметров **Метод сохранения событий** и **Количество событий в буфере** приведено в п. 3.2.3.1.

В случае, если в списке будут присутствовать точки, отнесенные хотя бы к одному классу событий по данным, выпадающий список **Метка времени события по данным** позволяет выбрать метод сохранения событий по данным в буфере:

1. При выборе **Метка времени события по данным – Без метки времени** информация о событиях, связанных с изменением данных, будет сохраняться в буфере без меток времени.
2. При выборе **Метка времени события по данным – С меткой времени** информация о событиях, связанных с изменением данных, будет сохраняться в буфере с метками времени.

Выпадающий список **Метка времени события по командам** позволяет выбрать метод сохранения событий, связанных с приемом команд управления счетчиками для элементов *16/32-bit Counter with Freeze*, в буфере событий:

1. При выборе **Метка времени события по командам – Без метки времени** информация о событиях, связанных с обработкой команд фиксации и фиксации со сбросом от мастера, будет сохраняться в буфере событий без меток времени.
2. При выборе **Метка времени события по командам – С меткой времени** информация о событиях, связанных с обработкой команд от мастера, будет сохраняться в буфере с метками времени.

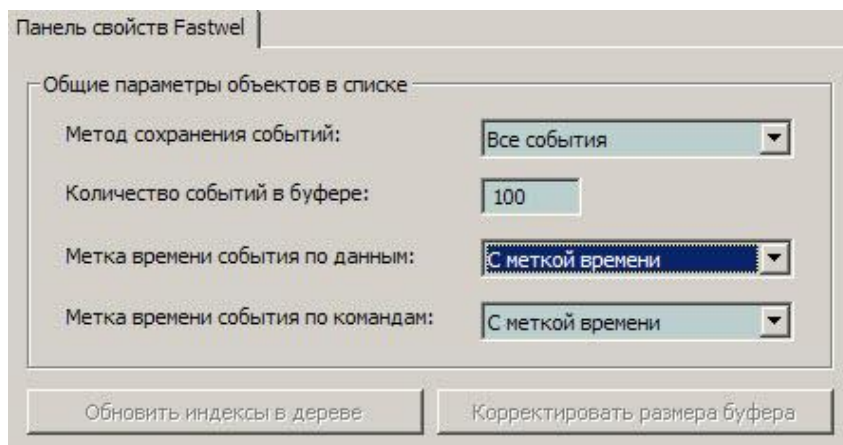


Рис. 36. Панель свойств Fastwel для списка Counters

Информация о событиях, связанных с приемом команд управления счетчиками, представляется в виде объектов-событий группы 23 (g23), содержащих зафиксированные значения счетчиков с флагами (g23v2/g23v1) или зафиксированные значения с флагами и метками времени в моменты фиксации значений (g23v6/g23v5).

Для добавления элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над списком *Counters*, выберите команду **Append Subelement** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип добавляемого элемента, как показано на рис. 37.

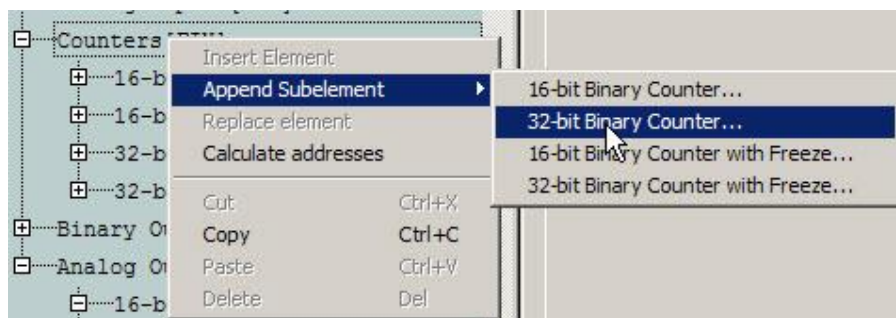


Рис. 37. Добавление элемента в список Counters

Для вставки элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над существующим элементом списка, выберите команду **Insert Element** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип вставляемого элемента.

Для удаления элемента из списка щелкните на нем правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в контекстном меню, либо выберите элемент в списке и нажмите клавишу **Delete**.

Панель свойств Fastwel для элементов *16-bit/32-bit Binary Counter* показана на рис. 38, а для элементов *16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze* – на рис. 39. Для объектов *16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze* в панели свойств Fastwel имеется дополнительная группа параметров **Класс события по данным**, позволяющая фиксировать в буфере событий команды управления счетчиками, поступающими от мастеров DNP3.

Описание полей панели свойств Fastwel для элементов списка *Counters* приведено в табл. 9.

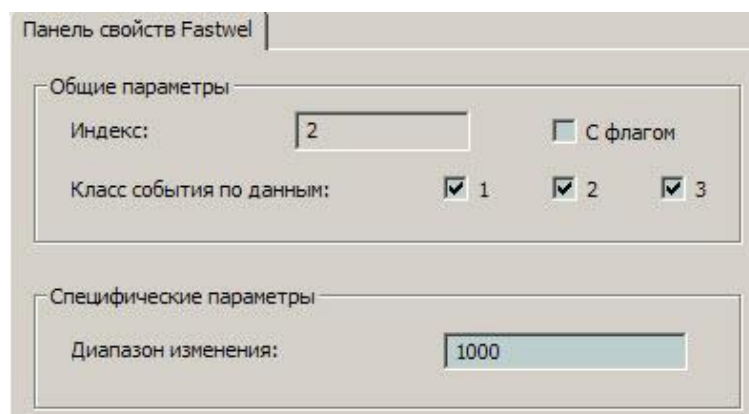


Рис. 38. Панель свойств Fastwel для элементов 16-bit/32-bit Binary Counter

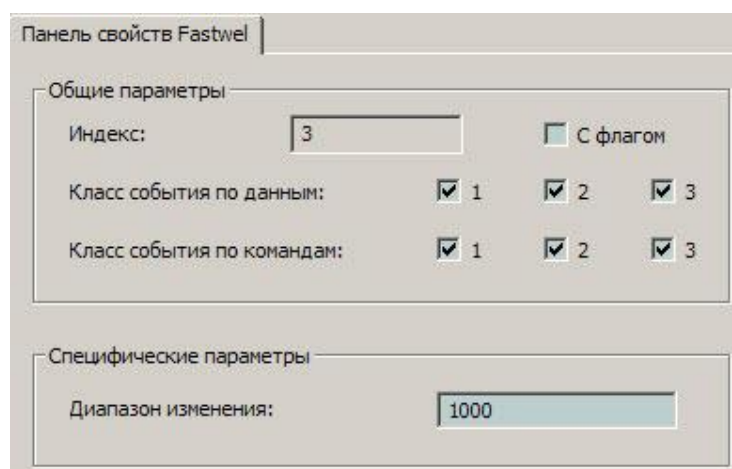


Рис. 39. Панель свойств Fastwel для элементов 16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze

Таблица 9. Параметры элементов 16-bit/32-bit Binary Counter/with Freeze

Поле/параметр	Диапазон	Описание
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит индекс текущего выбранного элемента, который должен использоваться для доступа к его точке DNP3 по сети.
С флагом	нет/да	Если данный флажок не установлен, на запросы чтения g20v0, g21v0, g22v0 и g23v0 будут возвращены вариации соответствующих объектов без флагов. Если данный флажок установлен, на запросы чтения g20v0, g21v0, g22v0 и g23v0 будут возвращены вариации соответствующих объектов с флагами. Приложение контроллера может управлять состоянием битовых полей байтового флага, представленного выходным каналом <i>Flags</i> . Значения точки для элементов <i>16-bit/32-bit Binary Counters</i> формируются приложением путем записи значений в выходной канал <i>Value</i> . Значения точки для элементов <i>16-bit/32-bit Binary Counters with Freeze</i> формируются приложением путем вызова функциональных блоков DNP_FZN_WORD_DIRECT и DNP_FZN_DWORD_DIRECT, отображенных на входные и выходные адреса элементов в образе процесса.
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка будет отнесена к соответствующим классам событий по изменению данных. Объекты-события будут формироваться при изменении значения точки с учетом значения параметра Диапазон изменения и передаваться мастерам сети DNP3 объектами-событиями.
Класс события по командам: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) для элементов типа <i>16-bit/32-bit Binary Counters with Freeze</i> точка будет отнесена к соответствующим классам событий по командам. Объекты-события будут формироваться при поступлении команд фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze clear) и передаваться мастерам сети DNP3 объектами-событиями. Каждый объект-событие, соответствующее командам, содержит флаг, зафиксированное значения счетчика и, в зависимости от вариации, метку времени.
Диапазон изменения	0–16#FFFF (для 16-bit) 0–16#FFFFFFFF (для 32-bit)	Для точки, отнесенной к одному из классов событий по данным, данный параметр определяет диапазон изменения значения счетчика в канале <i>Value</i> , в пределах которого не формируется новое событие.

Описание выходных каналов элементов *16-bit/32-bit Binary Counter* приведено в табл. 10.

Таблица 10. Назначение выходных каналов элементов 16-bit/32-bit Binary Counter

Канал	Направление	Тип	Назначение
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления признаком качества точки из приложения CoDeSys 2.3. Запись значения TRUE из приложения, исполняющегося в контроллере, в бит 0 (ONLINE) канала <i>Flags</i> приведет к сбросу признака достоверности точки для мастера сети. Запись FALSE устанавливает признак достоверности. Остальные биты имеют следующее значение: Бит 1 (RESTART) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что значение данной точки ни разу не обновлено из измерительного канала, с которым она связана. Бит 2 (COMM_LOST) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что утрачена связь с удаленным устройством, формирующим значение для данной точки (например, удаленный сервер MODBUS RTU или MODBUS TCP). Бит 3 (REMOTE_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что значение данной точки форсировано на удаленном формирующем устройстве. Бит 4 (LOCAL_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что значение данной точки форсировано приложением контроллера. Бит 5 (ROLLOVER) – выведен из употребления в текущей версии спецификации DNP3, должен быть 0. Бит 6 (DISCONTINUITY) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что текущее значение счетчика нельзя использовать для вычисления разности между текущим и предыдущим считанными значениями. Например, если значение 16-разрядного счетчика изменилось более, чем на 65535, за период опроса соответствующей точки по сети, то оно не должно использоваться на мастере для вычисления разности между значениями на текущем и предыдущем опросах. Бит 7 (резерв) – должен быть равен 0.
Value	Выход (%Q*)	WORD DWORD	Значение, формируемое приложением для передачи мастеру DNP3 через данную точку, должно быть записано в данный канал. Если точка отнесена к какому-либо классу событий, проверка наличия изменения значения точки выполняется с периодом не менее 10 мс.

Таблица 11. Назначение каналов элементов 16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze

Канал	Направление	Тип	Назначение	
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления признаком качества точки из приложения CoDeSys 2.3. Описание приведено в табл. 10 для канала <i>Flags</i> .	
Status	Выход (%Q*)	BYTE	Бит 0–3	Статус текущей операции над объектом, устанавливаемый приложением. При использовании функциональных блоков DNP_FZN_WORD_DIRECT и DNP_FZN_DWORD_DIRECT всегда равны 0.
				<i>Значение</i> <i>Описание</i>
				0 Все в порядке
				1 Таймаут операции
				3 Ошибка формата
				4 Операция не поддерживается
				6 Аппаратная ошибка
				остальные резерв
			Бит 4–7	Состояние объекта с точки зрения интерпретации команд, устанавливаемое приложением.
				<i>Значение</i> <i>Описание</i>
				0 Объект не готов к выполнению команд
				1 Объект готов к выполнению команд
				2 Команда над объектом в процессе выполнения
				3 Команда над объектом завершена
TimeFrozen	Выход (%Q*)	DWORD	Метка времени в миллисекундах от момента включения питания контроллера, полученная в момент фиксации значения счетчика по командам freeze или freeze-clear и передачи в канал <i>FrozenValue</i> .	
Value	Выход (%Q*)	WORD DWORD	Текущее значение счетчика, в отношении которого выполняются команды фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear).	
FrozenValue	Выход (%Q*)	WORD DWORD	Значение счетчика, зафиксированное в канале <i>Value</i> момент получения команды фиксации (freeze) и фиксации со сбросом (freeze-clear).	
Command	Вход (%I*)	BYTE	Код команды управления счетчиком, передаваемый сервисом DNP3 приложению	
			<i>Значение</i>	<i>Описание</i>
			0	Нет команды
			1	Команда фиксации (freeze). <i>Value</i> должно быть записано в канал <i>FrozenValue</i> , время фиксации должно быть записано в <i>TimeFrozen</i> .
			2	Команда фиксации со сбросом (freeze-clear). <i>Value</i> должно быть зафиксировано в <i>FrozenValue</i> , время фиксации должно быть записано в <i>TimeFrozen</i> , после чего переменная-источник счетного значения для канала <i>Value</i> в приложении должна быть сброшена в 0.
			3	Продолжение выполнения предыдущей команды.

Описание каналов элементов 16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze приведено в табл. 11. Обратите внимание, что для работы с данными элементами конфигурации требуется использовать в приложении функциональные блоки DNP_FZN_WORD_DIRECT (для 16-bit Binary Counter with Freeze) и DNP_FZN_DWORD_DIRECT (32-bit Binary Counter with Freeze) из библиотеки FastwelDNP3Control.lib, отображенные на адреса выходных каналов и входного канала в образе процесса. Более подробная информация о функциональных блоках приведена в п. 3.3.3.4.

3.2.3.5. Секция бинарных выходов (Binary Outputs)

Данная секция является списком для определения точек типа Binary Output в базе данных сервиса DNP3. В список могут быть добавлены элементы следующих типов:

1. **8-bit Binary Output** – данный элемент предназначен для получения от мастера DNP3 команд управления состоянием булевых переменных приложения и определяет в базе данных DNP3 восемь точек типа Binary Output со смежными индексами. Мастер DNP3 имеет возможность запрашивать логическое состояние восьми точек запросом объекта g10v1 (Binary output – packed format) и g10v2 (Binary output – output status with flags).
Если в панели свойств Fastwel элемента **8-bit Binary Output** отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**, то при изменении состояния какой-либо из восьми точек по команде мастера DNP3 будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g11v1 (если для списка **Binary Outputs** выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g11v2 (для списка **Binary Outputs** выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Если отмечены один или несколько флажков **Класс события по командам**, то при изменении состояния какой-либо из восьми точек элемента **8-bit Binary Output** по команде мастера DNP3 будет сформировано событие со статусом команды, которое

может быть передано мастеру DNP3 объектом g13v1 (если для списка *Binary Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: Без метки времени**) или g13v2 (для списка *Binary Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: С меткой времени**).

2. *Control Relay Output Block* – данный элемент определяет в базе данных DNP3 точку типа Binary Output, которая позволяет приложению в контроллере обрабатывать команды дискретного управления, передаваемые от мастера DNP3 объекту g12v1 (Binary Output command – CROB) по индексу, занимаемому точкой. Для реализации логики выполнения команд в приложении могут использоваться экземпляры функционального блока DNP_CROB_DIRECT из библиотеки FastwelDNP3Control.lib, отображенные на входные и выходные адреса каналов элементов *Control Relay Output Block* в образе процесса.

Основные отличия между элементами *Control Relay Output Block* и *8-bit Binary Output*:

1. Элемент *Control Relay Output Block* представляет единственную точку типа Binary Output в базе данных DNP3, а элемент *8-bit Binary Output* – восемь точек.
2. Элемент *Control Relay Output Block* поддерживает три модели канала дискретного управления: **Pulse** (по спецификации DNP3 – Activation Model), **Latch** (по спецификации DNP3 – Complementary Latch Model) и **Trip-Close** (по спецификации DNP3 – Complementary Two-Output Model), а элемент *8-bit Binary Output* – только **Latch**.
3. Элемент *Control Relay Output Block* должен использоваться совместно с приложением CoDeSys 2.3, содержащим экземпляр функционального блока, который обрабатывает логику команд управления от мастера DNP3. Для элемента *8-bit Binary Output* от приложения достаточно копирования логического состояния битовых входных каналов *State.0–State.7* элемента в другие переменные приложения либо в выходные каналы модулей дискретного вывода.
4. Для элемента *Control Relay Output Block* приложение может формировать состояние всех пяти битовых полей статусного байта канала управления (ONLINE, RESTART, COMM_LOST, REMOTE_FORCED, LOCAL_FORCED), тогда как для восьми точек, представляемых элементом *8-bit Binary Output*, приложение имеет доступ только к битовому полю ONLINE.

Панель свойств Fastwel для списка *Binary Outputs* показана на рис. 40.

Описание назначения параметров **Метод сохранения событий** и **Количество событий в буфере** приведено в п. 3.2.3.1.

В случае, если в списке будут присутствовать точки, отнесенные хотя бы к одному классу событий по данным, выпадающий список **Метка времени события по данным** позволяет выбрать метод сохранения событий по данным в буфере:

1. При выборе **Метка времени события по данным – Без метки времени** информация о событиях, связанных с изменением логического состояния точек, будет сохраняться в буфере без меток времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g11v1 (Binary Output Event – Status without time).
2. При выборе **Метка времени события по данным – С меткой времени** информация о событиях, связанных с изменением логического состояния точек, будет сохраняться в буфере с метками времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g11v2 (Binary Output Event – Status with time).

Выпадающий список **Метка времени события по командам** позволяет выбрать метод сохранения событий, связанных с приемом команд управления, в буфере событий:

1. При выборе **Метка времени события по командам – Без метки времени** информация о статусе команд от мастера, будет сохраняться в буфере событий без меток времени.
2. При выборе **Метка времени события по командам – С меткой времени** информация о статусе команд, будет сохраняться в буфере с метками времени.

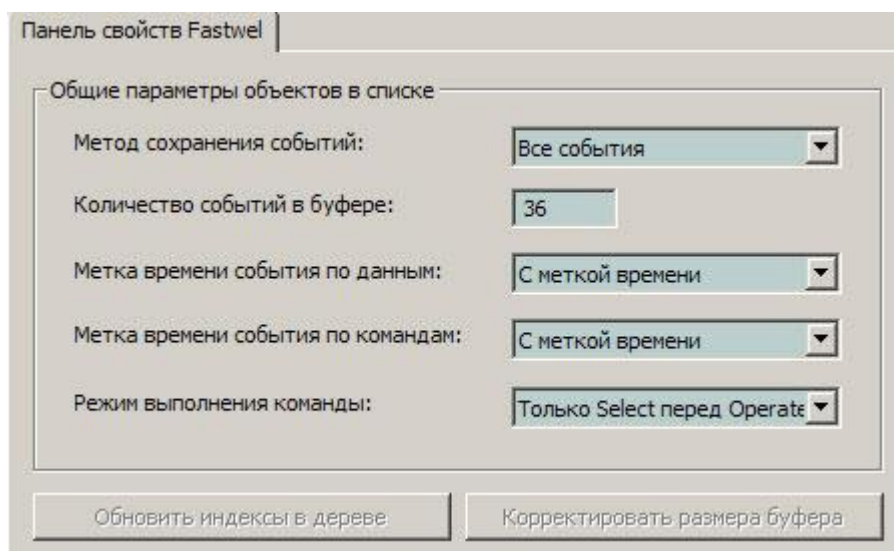


Рис. 40. Панель свойств Fastwel для списка Binary Outputs

Выпадающий список **Режим выполнения команды** позволяет выбрать режим выполнения команд управления в отношении всех выходных точек типа Binary Output:

1. **Все** – команды управления могут выполняться как с использованием двухэтапной последовательности «Select then Operate» (выбор, затем выполнение), так и одной команды Direct Operate (прямое выполнение).
2. **Только Select перед Operate** – для передачи команд управления всем точкам типа Binary Output мастера DNP3 должны использовать двухэтапную последовательность. В данном режиме выполнение одной или нескольких команд мастера на подчиненном узле предваряется передачей подчиненному узлу информации о точках, для которых необходимо выполнить команды. Информация включает в себя идентификаторы точек и параметры команд, и передается специальным сообщением прикладного уровня с кодом функции 3 (Select). Если подчиненный узел способен выполнить набор команд, поступивших в запросе Select, он отвечает мастеру сообщением с подтверждением, после чего мастер передает подчиненному запрос с кодом функции 4 (Operate), содержащий идентификаторы и параметры команд для тех же точек, которые были перечислены в запросе Select. Подчиненный узел, получив запрос Operate и убедившись, что совокупность точек и параметров команд в нем совпадает с совокупностью, выбранной предшествующей командой Select, выполняет команды.
3. **Только Operate** – команды управления могут выполняться мастерами DNP3 путем передачи подчиненному узлу запроса с кодом функции 5 (Direct Operate) или 6 (Direct Operate without Acknowledgment), содержащим идентификаторы точек, в отношении которых требуется выполнить команду управления.

Для добавления элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над списком *Binary Outputs*, выберите команду **Append Subelement** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип добавляемого элемента, как показано на рис. 41.

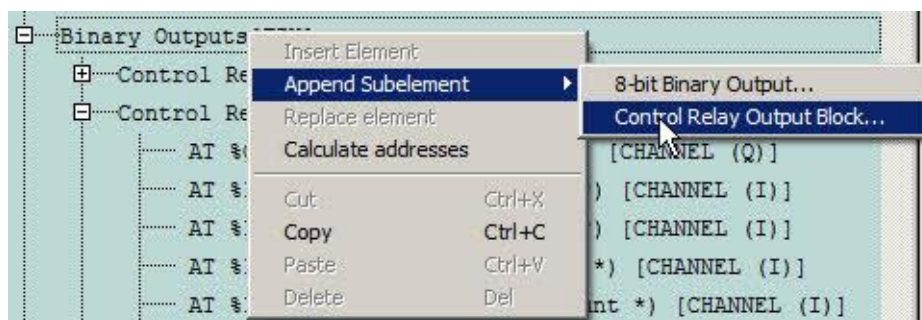


Рис. 41. Добавление элемента в список Binary Outputs

Для вставки элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над существующим элементом списка, выберите команду **Insert Element** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип вставляемого элемента.

Для удаления элемента из списка щелкните на нем правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в контекстном меню, либо выберите элемент в списке и нажмите клавишу **Delete**.

Панель свойств Fastwel для элемента *8-bit Binary Output* показана на рис. 42, а описание параметров приведено в табл. 12.

Рис. 42. Панель свойств Fastwel для элемента *8-bit Binary Output*

Панель свойств Fastwel для элемента *Control Relay Output Block* показана на рис. 43, а описание параметров приведено в табл. 13.

Рис. 43. Панель свойств Fastwel для элемента *Control Relay Output Block*

Описание входных и выходных каналов элемента *8-bit Binary Output* приведено в табл. 14.

Таблица 12. Параметры элемента *8-bit Binary Output*

Поле/параметр	Диапазон	Описание
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит диапазон индексов, назначенных восьми точкам типа <i>Binary Output</i> , которые представлены в базе данных DNP3 текущим выбранным элементом <i>8-bit Binary Output</i> . Непосредственно после добавления элемента в список поле Индекс будет пустым до нажатия кнопки Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> или <i>Binary Outputs</i> . После обновления индексов в дереве в поле будет отображаться диапазон индексов, занимаемых точками данного элемента. После вставки или удаления элементов типа <i>8-bit Binary Output</i> или <i>Control Relay Output Block</i> над текущим элементом для отображения правильных значений индексов для каждого элемента списка <i>Binary Outputs</i> следует повторно нажать Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel списка <i>Binary Inputs</i> или элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> .
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) восемь точек, определяемых элементом <i>8-bit Binary Output</i> , будут отнесены к соответствующим классам событий по изменению данных. Объекты-события будут формироваться при изменении логического состояния битовых полей входного канала <i>States</i> или битовых полей выходного канала <i>Flags</i> и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g11v1 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g11v2 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).
Класс события по командам: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) восемь точек, определяемых элементом <i>8-bit Binary Output</i> , будут отнесены к соответствующим классам событий по командам, поступающим от мастеров DNP3. Объекты-события будут формироваться при поступлении команд Direct Operate и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g13v1 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g13v2 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).

Таблица 13. Параметры элемента Control Relay Output Block

Поле/параметр	Диапазон	Описание								
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит индекс, назначенный точке типа Binary Output – Control Relay Output Block, которая представлена текущим выбранным элементом <i>Control Relay Output Block</i>. Непосредственно после добавления элемента в список поле Индекс будет пустым до нажатия кнопки Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> или <i>Binary Outputs</i>. После обновления индексов в дереве в поле будет отображаться индекс, занимаемый точкой данного элемента. После вставки или удаления элементов типа <i>8-bit Binary Output</i> или <i>Control Relay Output Block</i> над текущим элементом для отображения правильных значений индексов для каждого элемента списка <i>Binary Outputs</i> следует повторно нажать Обновить индексы в дереве в панели свойств Fastwel списка <i>Binary Inputs</i> или элемента <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i>.								
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка, определяемая элементом <i>Control Relay Output Block</i>, будет отнесена к соответствующим классам событий по изменению данных. Объекты-события будут формироваться при изменении логического состояния канала управления при выполнении команд от мастеров DNP3 или битовых полей выходного канала <i>Flags</i> и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g11v1 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g11v2 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).								
Класс события по командам: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка, определяемая элементом <i>Control Relay Output Block</i>, будет отнесена к соответствующим классам событий по командам, поступающим от мастеров DNP3. Объекты-события будут формироваться при поступлении команд Direct Operate/Direct Operate without Acknowledgment и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g13v1 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g13v2 (для списка <i>Binary Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).								
Модель	Latch Pulse Trip-Close									
		Данный параметр определяет модель канала дискретного управления. <table><thead><tr><th>Значение</th><th>Описание</th></tr></thead><tbody><tr><td>Latch</td><td>Канал дискретного управления имеет один выход и остается «защелкнутым» в активном или неактивном состоянии после выполнения соответствующей команды. Соответствует Complementary Latch Model спецификации DNP3.</td></tr><tr><td>Pulse</td><td>Канал дискретного управления имеет один выход и, при выполнении соответствующей команды, формирует последовательность импульсов, длительность которых определяются параметрами команды. Соответствует Activation Model спецификации DNP3.</td></tr><tr><td>Trip-Close</td><td>Канал дискретного управления имеет два выхода – Trip и Close, на одном из которых формируется последовательность импульсов. Соответствует Complementary Two-Output Model спецификации DNP3.</td></tr></tbody></table>	Значение	Описание	Latch	Канал дискретного управления имеет один выход и остается «защелкнутым» в активном или неактивном состоянии после выполнения соответствующей команды. Соответствует Complementary Latch Model спецификации DNP3.	Pulse	Канал дискретного управления имеет один выход и, при выполнении соответствующей команды, формирует последовательность импульсов, длительность которых определяются параметрами команды. Соответствует Activation Model спецификации DNP3.	Trip-Close	Канал дискретного управления имеет два выхода – Trip и Close, на одном из которых формируется последовательность импульсов. Соответствует Complementary Two-Output Model спецификации DNP3.
Значение	Описание									
Latch	Канал дискретного управления имеет один выход и остается «защелкнутым» в активном или неактивном состоянии после выполнения соответствующей команды. Соответствует Complementary Latch Model спецификации DNP3.									
Pulse	Канал дискретного управления имеет один выход и, при выполнении соответствующей команды, формирует последовательность импульсов, длительность которых определяются параметрами команды. Соответствует Activation Model спецификации DNP3.									
Trip-Close	Канал дискретного управления имеет два выхода – Trip и Close, на одном из которых формируется последовательность импульсов. Соответствует Complementary Two-Output Model спецификации DNP3.									

Таблица 14. Назначение каналов элемента 8-bit Binary Output

Канал	Направление	Тип	Назначение																																																																
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления нулевыми битами восьми объектов g10v2, определенных для элемента <i>8-bit Binary Output</i>, из приложения CoDeSys 2.3, выполняющегося в контроллере. Бит 0 (ONLINE) объекта g10v2 и соответствующих объектов-событий g11v1 и g11v2 при равенстве 1 указывает на доступность точки Binary Output для выполнения команд управления. <u>Запись значения TRUE</u> из приложения, исполняющегося в контроллере, в битовое поле канала <i>Flags</i> с номером N (от 0 до 7) приведет к сбросу признака доступности для точки с номером N (от 0 до 7). Запись FALSE устанавливает признак доступности.																																																																
States	Вход (%I*)	BYTE	Данный канал предназначен для приема приложением CoDeSys 2.3, выполняющимся в контроллере, восьми логических состояний точек типа Binary Output после выполнения команд управления со стороны мастера. Для выполнения команд управления точками, определенными элементом <i>8-bit Binary Output</i>, мастер DNP3 должен использовать команды прикладного уровня Select (3), Operate (4) либо Direct Operate (5) или Direct Operate without Acknowledgment (6) над объектами g12v1 под индексами, занимаемыми элементом. Для операций над объектами g12v1 могут использоваться следующие параметры:																																																																
			<table><tr><th>Действие</th><th>Тип операции (Op Type)</th><th>Код TCC (Trip-Close Code)</th></tr><tr><td>Включить <i>States.N</i></td><td>LATCH_ON (3)</td><td>NUL (0)</td></tr><tr><td>Выключить <i>States.N</i></td><td>LATCH_OFF (4)</td><td>NUL (0)</td></tr></table>	Действие	Тип операции (Op Type)	Код TCC (Trip-Close Code)	Включить <i>States.N</i>	LATCH_ON (3)	NUL (0)	Выключить <i>States.N</i>	LATCH_OFF (4)	NUL (0)																																																							
			Действие	Тип операции (Op Type)	Код TCC (Trip-Close Code)																																																														
			Включить <i>States.N</i>	LATCH_ON (3)	NUL (0)																																																														
			Выключить <i>States.N</i>	LATCH_OFF (4)	NUL (0)																																																														
			В столбце <i>Действие</i> указаны смысловые команды управления битовыми полями с номерами <i>N</i> (от 0 до 7) канала <i>States</i> элемента <i>8-bit Binary Output</i>. Столбцы <i>Тип операции (Op Type)</i> и <i>Код TCC (Trip-Close Code)</i> определяют значения в полях байта Control Code в структуре объекта g12v1:																																																																
			<table><tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>← биты, поле ↓</td></tr><tr><td colspan="7">TCC</td><td>CR</td><td>QU</td><td>Op Type</td><td>Control Code</td></tr><tr><td colspan="10">количество циклов операции (должно быть 0 или 1)</td><td>Count</td></tr><tr><td colspan="10">время во включенном состоянии (должно быть 0)</td><td>On-time (4 байта)</td></tr><tr><td colspan="10">время во выключенном состоянии (должно быть 0)</td><td>Off-time (4 байта)</td></tr><tr><td>0</td><td colspan="9">должно быть равно 0 в командах для g12v1</td><td>Status code</td></tr></table>	7	6	5	4	3	2	1	0	← биты, поле ↓	TCC							CR	QU	Op Type	Control Code	количество циклов операции (должно быть 0 или 1)										Count	время во включенном состоянии (должно быть 0)										On-time (4 байта)	время во выключенном состоянии (должно быть 0)										Off-time (4 байта)	0	должно быть равно 0 в командах для g12v1									Status code
			7	6	5	4	3	2	1	0	← биты, поле ↓																																																								
			TCC							CR	QU	Op Type	Control Code																																																						
			количество циклов операции (должно быть 0 или 1)										Count																																																						
			время во включенном состоянии (должно быть 0)										On-time (4 байта)																																																						
			время во выключенном состоянии (должно быть 0)										Off-time (4 байта)																																																						
0	должно быть равно 0 в командах для g12v1									Status code																																																									

Возможные сочетания значений типа операции и кода TCC для элемента *Control Relay Output Block* приведены в табл. 15.

Таблица 15. Возможные сочетания типа операции и кода TCC для элемента Control Relay Output Block

Модель	Действие	Тип операции (Op Type)	Код TCC (Trip-Close Code)
Complementary Latch Model (выбрана опция <i>Latch</i>)	Включить выход	LATCH_ON (3)	NUL (0)
	Выключить выход	LATCH_OFF (4)	NUL (0)
Activation Model (выбрана опция <i>Pulse</i>)	Сформировать импульсы на выходе	PULSE_ON (1)	NUL (0)
Complementary Two-Output Model (выбрана опция <i>Trip-Close</i>)	Сформировать импульсы на выходе TRIP	PULSE_ON (1)	TRIP (2)
	Сформировать импульсы на выходе CLOSE	PULSE_ON (1)	CLOSE (1)

Описание входных и выходных каналов элемента *Control Relay Output Block* приведено в табл. 16. Функциональный блок DNP_CROB_DIRECT из библиотеки FastwelDNP3Control.lib является одним из возможных вариантов реализации программного взаимодействия между приложением CoDeSys 2.3, выполняющимся в контроллере, и интерпретатором команд к объекту g12v1 через элемент *Control Relay Output Block*. Более подробная информация о функциональном блоке приведена в п. 3.3.3.5.

Таблица 16. Назначение каналов элемента Control Relay Output Block

Канал	Направление	Тип	Назначение		
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления первыми пятью битами объекта g10v2, определенного для элемента <i>Control Relay Output Block</i> , из приложения CoDeSys 2.3, выполняющегося в контроллере. Запись TRUE в Бит 0 (ONLINE) канала <i>Flags</i> приведет к сбросу признака доступности точки для мастера сети. Запись FALSE устанавливает признак доступности. Остальные биты имеют следующее значение: Бит 1 (RESTART) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что канал управления пока не готов к выполнению команд после запуска/перезапуска контроллера. Бит 2 (COMM_LOST) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что утрачена связь с удаленным устройством, которое физически выполняет команды дискретного управления (например, удаленный сервер MODBUS). Бит 3 (REMOTE_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что управление каналом перехвачено либо приложением контроллера, либо приложением удаленного устройства, которое физически выполняет команды, и значение в объекте g10 может не соответствовать реальному состоянию канала управления. Бит 4 (LOCAL_FORCED) – аналогичен Биту 4 (REMOTE_FORCED), но при установке данного бита следует записать TRUE в бит 0 (ONLINE). Остальные биты должны быть равны 0.		
Command	Вход (%I*)	BYTE	Команда приложению от интерпретатора сетевых команд к g12v1:		
			Значение	Описание	
			0	Если не выполняется предыдущая сетевая команда, CROB должен подготовиться к выполнению следующей сетевой команды и, в случае успеха, вывести код 16 в канал <i>Status</i> .	
			1	Начать выполнение сетевой команды, параметры которой доступны в каналах <i>TimeOn</i> , <i>TimeOff</i> , <i>PulsesCount</i> и <i>Control</i> . В случае успеха вывести код 32 в канал <i>Status</i> . По успешном завершении выполнения команды приложение должно вывести код 48 в канал <i>Status</i> .	
3	Если выполняется сетевая команда, прекратить ее выполнение, вывести код 48 в канал <i>Status</i> .				
TimeOn	Вход (%I*)	DWORD	Время во включенном состоянии в мс для сетевых команд с <i>Op Type</i> = PULSE_ON, если для элемента <i>Control Relay Output Block</i> выбрана модель Pulse или Trip-Close . Значение канала должно быть прочитано в момент, когда значение <i>Command</i> равно 1.		
TimeOff	Вход (%I*)	DWORD	Время в выключенном состоянии в мс для сетевых команд с <i>Op Type</i> = PULSE_ON, если для элемента <i>Control Relay Output Block</i> выбрана модель Pulse или Trip-Close . Значение канала должно быть прочитано в момент, когда значение <i>Command</i> равно 1.		
PulsesCount	Вход (%I*)	BYTE	Количество циклов операции для сетевых команд с <i>Op Type</i> = PULSE, если для элемента <i>Control Relay Output Block</i> выбрана модель Pulse или Trip-Close . Значение канала должно быть прочитано в момент, когда значение <i>Command</i> равно 1.		
Control	Вход (%I*)	BYTE	Бит 0–2	Содержат тип операции (<i>Op Type</i>), поступившей в поле Control Code сетевого запроса (см. описание канала <i>States</i> в табл. 14)	
				Значение	Описание
				0	NUL
				1	PULSE_ON
				2	не допускается
				3	LATCH_ON
			Бит 6–7	Содержат код <i>TCC</i> (<i>Trip-Close Code</i>), поступивший в поле Control Code сетевого запроса (см. описание канала <i>States</i> в табл. 14)	
				Значение	Описание
				0	NUL
				1	CLOSE
2	TRIP				
3	RESERVED				
Status	Выход (%Q*)	BYTE	Бит 0–3	Статус текущей операции над объектом, устанавливаемый приложением. При использовании функционального блока DNP_CROB_DIRECT используются значения 0 или 4.	
				Значение	Описание
				0	Все в порядке
				1	Таймаут операции
				3	Ошибка формата
				4	Операция не поддерживается
			Бит 4–7	Состояние объекта с точки зрения интерпретации команд, устанавливаемое приложением.	
				Значение	Описание
				0	Объект не готов к выполнению команд
				1	Объект готов к выполнению команд
2	Команда над объектом в процессе выполнения				
3	Команда над объектом завершена				

Взаимодействие между приложением и интерпретатором команд от мастера к объекту g12v1 через каналы элемента *Control Relay Output Block* может осуществляться с использованием следующего алгоритма:

1. При запуске приложения вывести код 16#10 в канал *Status*, свидетельствующий о готовности приложения к обработке команд, и FALSE в канал *Flags.0*, если исправен модуль дискретного вывода, чьи каналы должны использоваться для физического формирования сигналов управления исполнительным механизмом.
2. До готовности исполнительного механизма, который должен управляться по командам мастера DNP3 к точке, определенной в базе данных DNP3 элементом *Control Relay Output Block*, можно вывести TRUE в канал *Flags.1* (RESTART). При обнаружении готовности исполнительного механизма – вывести FALSE в канал *Flags.1*.
3. При обнаружении значения 1 на входном канале *Command* убедиться, что может быть начато выполнение команды, и прочитать значения параметров команды на входных каналах *TimeOn*, *TimeOff*, *PulsesCount* и *Control*.

Если для используемого элемента *Control Relay Output Block* выбрана модель **Latch**, первые три бита *Control* содержат тип операции: LATCH_ON (3) или LATCH_OFF (4), что означает включение или выключение соответственно, а последние два бита *Control.6-7* – код выбора выхода: NUL (0). Параметр *PulsesCount* содержит 1.

Если выбрана модель **Pulse**, действительны значения всех параметров команды: *TimeOn* и *TimeOff* содержат длительности полувольт (в миллисекундах) цикла включения и выключения дискретного выхода, *PulsesCount* – количество циклов (импульсов), биты *Control.0-2* – тип операции: PULSE_ON (1), а биты *Control.6-7* – код выбора выхода: NUL (0).

Если выбрана модель **Trip-Close**: *TimeOn* и *TimeOff* содержат длительности полувольт (в миллисекундах) цикла включения и выключения дискретного выхода, выбранного битами *Control.6-7*, параметр *PulsesCount* определяет количество циклов выполнения операции, биты *Control.0-2* – тип операции: PULSE_ON (1), а биты *Control.6-7* – код выбора выхода: TRIP (2) или CLOSE (1).

Если выполнение команды может быть начато, следует вывести значение 16#20 в канал *Status* и приступить к выполнению команды.

4. Если во время выполнения команды на входном канале *Command* обнаружено значение 3, немедленно прекратить выполнение команды и вывести значение 16#30 в канал *Status*.
Если выполнение команды завершено, вывести значение 16#30 в канал *Status*.
5. Если после завершения команды на входном канале *Command* обнаружено значение 0, вывести 16#10 в канал *Status* в качестве признака готовности к выполнению следующей команды.

До выполнения или в процессе выполнения команд возможно выводить отличные от 0 значения статуса операции в биты *Status.0-3* (см. табл. 16).

3.2.3.6. Секция аналоговых выходов (Analog Outputs)

Данная секция является списком для определения точек типа Analog Output в базе данных сервиса DNP3. В список могут быть добавлены элементы следующих типов:

1. *16-bit Analog Output* – данный элемент предназначен для получения от мастера DNP3 16-разрядных целочисленных знаковых значений и передачи их приложению, выполняющемуся в контроллере.
Мастер DNP3 имеет возможность запрашивать у контроллера текущее значение точки путем выдачи запроса чтения объекта g40v2.
Если в панели свойств Fastwel элемента *16-bit Analog Output* отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**, то при изменении значения точки по командам мастера DNP3 Select/Operate, Direct Operate к объекту g41v2 по индексу, занимаемому точкой, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g42v2 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g42v4 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Если отмечены один или несколько флажков **Класс события по командам**, то при изменении значения точки элемента *16-bit Analog Output* по команде мастера DNP3 будет сформировано событие со статусом команды, которое может быть передано мастеру DNP3 объектом g43v2 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: Без метки времени**) или g43v4 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: С меткой времени**).
Исходный тип значения точки совпадает с типом INT IEC 61131-3.
2. *32-bit Analog Output* – данный элемент предназначен для получения от мастера DNP3 32-разрядных целочисленных знаковых значений и передачи их приложению, выполняющемуся в контроллере.
Мастер DNP3 имеет возможность запрашивать у контроллера текущее значение точки путем выдачи запроса чтения объекта g40v1.
Если в панели свойств Fastwel элемента *32-bit Analog Output* отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**, то при изменении значения точки по командам мастера DNP3 Select/Operate, Direct Operate к объекту g41v1 по индексу, занимаемому точкой, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g42v1 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g42v3 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Если отмечены один или несколько флажков **Класс события по командам**, то при изменении значения точки элемента *32-bit Analog Output* по команде мастера DNP3 будет сформировано событие со статусом команды, которое может быть передано мастеру DNP3 объектом g43v1 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: Без метки времени**) или g43v3 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: С меткой времени**).
Исходный тип значения точки совпадает с типом DINT IEC 61131-3.
3. *Float Analog Output* – данный элемент предназначен для получения от мастера DNP3 значений с плавающей точкой одинарной точности и передачи их приложению, выполняющемуся в контроллере.
Мастер DNP3 имеет возможность запрашивать у контроллера текущее значение точки путем выдачи запроса чтения объекта g40v3.
Если в панели свойств Fastwel элемента *Float Analog Output* отмечены один или несколько флажков **Класс события по данным**, то при изменении значения точки по командам мастера DNP3 Select/Operate, Direct Operate к объекту g41v3 по индексу, занимаемому точкой, будут формироваться события, которые могут быть переданы мастерам сети объектами-событиями g42v5 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: Без метки времени**) или g42v7 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по данным: С меткой времени**).
Если отмечены один или несколько флажков **Класс события по командам**, то при изменении значения точки элемента *Float Analog Output* по команде мастера DNP3 будет

сформировано событие со статусом команды, которое может быть передано мастеру DNP3 объектом g43v5 (если для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: Без метки времени**) или g43v7 (для списка *Analog Outputs* выбрана опция **Метка времени события по командам: С меткой времени**). Исходный тип значения точки совпадает с типом REAL IEC 61131-3.

4. Элементы *16-bit/32-bit/Float Analog Output Block* с точки зрения доступа к ним по сети DNP3 идентичны элементам *16-bit/32-bit/Float Analog Output*. Они определяют в базе данных DNP3 точки типа Analog Output, для которых логика команд аналогового управления, передаваемых от мастера DNP3 объектам g41v2/g41v1/g41v3, может быть отработана в приложении CoDeSys 2.3, выполняющемся в контроллере. Для реализации логики выполнения команд в приложении могут использоваться экземпляры функциональных блоков DNP_AOB_INT_DIRECT, DNP_AOB_DINT_DIRECT и DNP_AOB_REAL_DIRECT из библиотеки FastwelDNP3Control.lib, отображенные на входные и выходные адреса каналов элементов *16-bit/32-bit/Float Output Block* в образе процесса.

Панель свойств Fastwel для списка *Analog Outputs* показана на рис. 44.

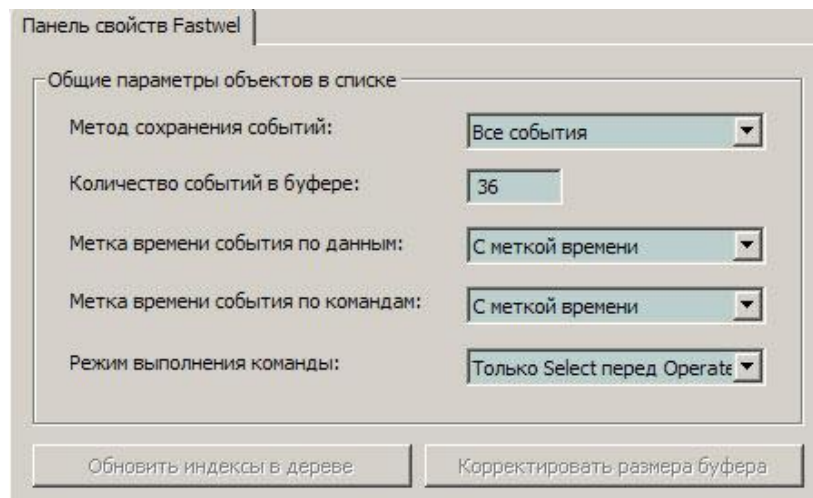


Рис. 44. Панель свойств Fastwel для списка *Analog Outputs*

Описание назначения параметров **Метод сохранения событий** и **Количество событий в буфере** приведено в п. 3.2.3.1.

В случае, если в списке будут присутствовать точки, отнесенные хотя бы к одному классу событий по данным, выпадающий список **Метка времени события по данным** позволяет выбрать метод сохранения событий по данным в буфере:

1. При выборе **Метка времени события по данным – Без метки времени** информация о событиях, связанных с изменением значений точек, будет сохраняться в буфере без меток времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g42v2/g42v1/g42v5 (Analog Output Event – 16-bit/32-bit/single-precision floating point, without time).
2. При выборе **Метка времени события по данным – С меткой времени** информация о событиях, связанных с изменением значений точек, будет сохраняться в буфере с метками времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g42v4/g42v3/g42v7 (Analog Output Event – 16-bit/32-bit/single-precision floating point, with time).

Выпадающий список **Метка времени события по командам** позволяет выбрать метод сохранения событий, связанных с приемом команд управления, в буфере событий:

1. При выборе **Метка времени события по командам – Без метки времени** информация о событиях, связанных с получением команд Select/Operate и Direct Operate от мастера, будет сохраняться в буфере событий без меток времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g43v2/g43v1/g43v5 (Analog Output Command Event – 16-bit/32-bit/single-precision floating point, without time).
2. При выборе **Метка времени события по командам – С меткой времени** информация о событиях, связанных с получением команд, будет сохраняться в буфере с метками

времени и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g43v4/g43v3/g43v7 (Analog Output Command Event – 16-bit/32-bit/single-precision floating point, with time).

Выпадающий список **Режим выполнения команды** позволяет выбрать режим выполнения команд управления в отношении всех выходных точек типа Analog Output:

1. **Все** – команды управления могут выполняться, как с использованием двухэтапной последовательности «Select then Operate» (выбор, затем выполнение), так и одной команды Direct Operate (прямое выполнение).
2. **Только Select перед Operate** – для передачи команд управления всем точкам типа Analog Output мастера DNP3 должны использовать двухэтапную последовательность. В данном режиме выполнение одной или нескольких команд на подчиненном узле мастером предваряется передачей подчиненному узлу информации о точках, для которых необходимо выполнить команды. Информация включает в себя идентификаторы точек и параметры команд, и передается специальным сообщением прикладного уровня с кодом функции 3 (Select). Если подчиненный узел способен выполнить набор команд, поступивший в запросе Select, он отвечает мастеру сообщением с подтверждением, после чего мастер передает подчиненному запрос с кодом функции 4 (Operate), содержащий идентификаторы и параметры команд для тех же точек, которые были перечислены в запросе Select. Подчиненный узел, получив запрос Operate и убедившись, что совокупность точек в нем совпадает с совокупностью, выбранной предшествующей командой Select, выполняет команды.
3. **Только Operate** – команды управления могут выполняться мастерами DNP3 путем передачи подчиненному узлу запроса с кодом функции 5 (Direct Operate), содержащим идентификаторы точек, в отношении которых требуется выполнить команду управления.

Для добавления элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над списком *Analog Outputs*, выберите команду **Append Subelement** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип добавляемого элемента, как показано на рис. 45.

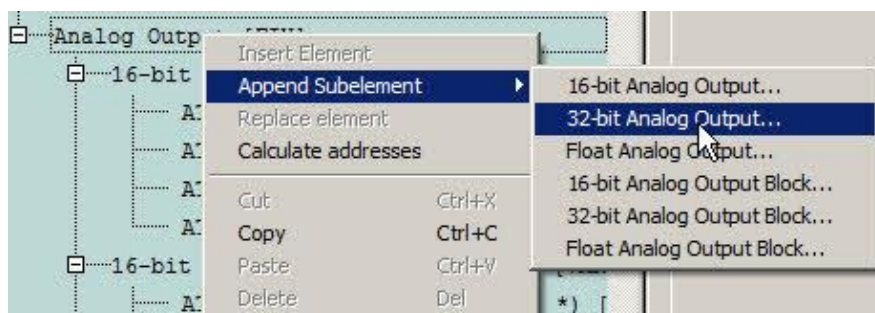


Рис. 45. Добавление элемента в список Analog Outputs

Для вставки элемента в список щелкните правой кнопкой мыши над существующим элементом списка, выберите команду **Insert Element** в контекстном меню, после чего в контекстном подменю выберите тип вставляемого элемента.

Для удаления элемента из списка щелкните на нем правой кнопкой мыши и выберите команду **Delete** в контекстном меню, либо выберите элемент в списке и нажмите клавишу **Delete**.

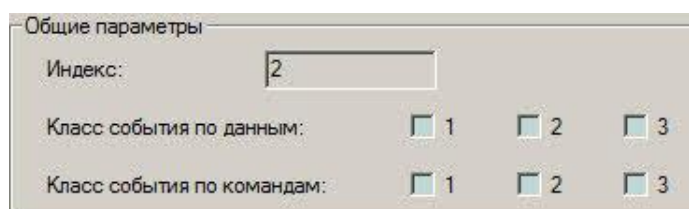


Рис. 46. Панель свойств Fastwel для элементов в списка Analog Outputs

Панель свойств Fastwel, идентичная для всех типов элементов *Analog Outputs*, показана на рис. 46, а описание параметров приведено в табл. 17.

Таблица 17. Параметры элементов списка Analog Outputs

Поле/параметр	Диапазон	Описание
Индекс	0–65535	Поле недоступно для редактирования и содержит индекс текущего выбранного элемента, который должен использоваться для доступа к его точке DNP3 по сети.
Класс события по данным: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка, определяемая элементом, будет отнесена к соответствующим классам событий по изменению данных. Объекты-события будут формироваться при изменении значения точки при выполнении команд от мастеров DNP3 или битовых полей выходного канала <i>Flags</i> и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g42v2/g42v1/g42v5 (для списка <i>Analog Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g42v4/g42v3/g42v7 (для списка <i>Analog Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).
Класс события по командам: 1, 2, 3	нет/да	При установке флажка 1, 2 или 3 (в любом сочетании) точка, определяемая элементом, будет отнесена к соответствующим классам событий по командам, поступающим от мастеров DNP3. Объекты-события будут формироваться при поступлении команд Select/Operate, Direct Operate, Direct Operate without Acknowledgment и передаваться мастерам DNP3 объектами-событиями g43v2/g43v1/g43v5 (для списка <i>AnalogOutputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: Без метки времени) или g43v4/g43v3/g43v7 (для списка <i>Analog Outputs</i> выбрана опция Метка времени события по данным: С меткой времени).

Описание входных и выходных каналов элементов *16-bit/32-bit/Float Analog Output* приведено в табл. 18.

Таблица 18. Назначение каналов элементов 16-bit/32-bit/Float Analog Output

Канал	Направление	Тип	Назначение
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	Данный канал предназначен для управления первыми семью битами байтового поля флагов статусных объектов g40v2/g40v1/g40v3, определенных для элементов <i>16-bit/32-bit/Float Analog Output</i>, из приложения CoDeSys 2.3, выполняющегося в контроллере. <u>Запись TRUE в бит 0 (ONLINE) канала <i>Flags</i> приведет к сбросу признака доступности точки для мастера сети. Запись FALSE устанавливает признак доступности.</u> Остальные биты имеют следующее значение: Бит 1 (RESTART) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что канал управления пока не готов к выполнению команд после запуска/перезапуска контроллера. Бит 2 (COMM_LOST) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что утрачена связь с удаленным устройством, которое физически выполняет команды аналогового управления (например, удаленный сервер MODBUS). Бит 3 (REMOTE_FORCED) – установкой данного бита мастер уведомляется о том, что управление каналом перехвачено либо приложением контроллера, либо приложением удаленного устройства, которое физически выполняет команды, и значение в объекте g40 может не соответствовать реальному состоянию канала управления. Бит 4 (LOCAL_FORCED) – аналогичен биту 4 (REMOTE_FORCED), но при установке данного бита следует записать TRUE в бит 0 (ONLINE). Бит 5 (OVER_RANGE) – установкой данного бита можно уведомить мастера о том, что поступившее от мастера значение вышло за пределы некоторого допустимого диапазона Бит 6 (REFERENCE_ERR) – установкой данного бита можно уведомить мастера о потере точности формирования значений аналогового сигнала. Бит 7 должен быть равен 0.
Value	Вход (%I*)	INT DINT REAL	Данный канал предназначен для приема приложением CoDeSys 2.3, выполняющимся в контроллере, значений для точек типа Analog Output после выполнения команд управления со стороны мастера. Для выполнения команд управления точками, определенными элементом <i>16-bit/32-bit/Float Analog Output</i>, мастер DNP3 должен использовать команды прикладного уровня Select (3), Operate (4) либо Direct Operate (5) или Direct Operate without Acknowledgment (6) над объектами g41v2/g41v1/g41v3 под индексом, занимаемым элементом.

Описание входных и выходных каналов элементов *16-bit/32-bit/Float Analog Output Block* приведено в табл. 19.

Таблица 19. Назначение каналов элементов 16-bit/32-bit/Float Analog Output Block (AOB)

Канал	Направление	Тип	Назначение
Flags	Выход (%Q*)	BYTE	См. описание канала <i>Flags</i> в табл. 18.
Command	Вход (%I*)	BYTE	Команда приложению от интерпретатора сетевых команд к g41v2/g41v1/g41v3:
			<i>Значение</i> <i>Описание</i>
			0 Если не выполняется предыдущая сетевая команда, AOB должен подготовиться к выполнению следующей сетевой команды и, в случае успеха, вывести код 16 в канал <i>Status</i> .
			1 Начать выполнение сетевой команды, единственный параметр которой доступен в канале <i>Value</i> . При успешном запуске команды приложение должно вывести код 32 в канал <i>Status</i> . При успешном завершении выполнения команды приложение должно вывести код 48 в канал <i>Status</i> .
			3 Если выполняется сетевая команда, прекратить ее выполнение, вывести код 48 в канал <i>Status</i> .
Status	Выход (%Q*)	BYTE	Статус текущей операции над объектом, устанавливаемый приложением. При использовании функциональных блоков DNP_AOB_INT_DIRECT, DNP_AOB_DINT_DIRECT и DNP_AOB_REAL_DIRECT используется только значение 0.
			<i>Значение</i> <i>Описание</i>
			0 Все в порядке
			1 Таймаут операции
			3 Ошибка формата
			4 Операция не поддерживается
			6 Аппаратная ошибка
			остальные резерв
			Состояние объекта с точки зрения интерпретации команд, устанавливаемое приложением.
			<i>Значение</i> <i>Описание</i>
		Бит 0–3	0 Объект не готов к выполнению команд
			1 Объект готов к выполнению команд
			2 Команда над объектом в процессе выполнения
			3 Команда над объектом завершена
			остальные резерв
Value	Вход (%I*)	INT DINT REAL	Значение, передаваемое объекту g41 в качестве параметра команд Select-Operate, Direct Operate или Direct Operate without Acknowledgment над объектами g41v2/g41v1/g41v3 под индексом, занимаемым элементом.
			Данное значение должно быть считано приложением, выполняющимся в контроллере, в момент, когда значение канала <i>Command</i> равно 1, после чего использовано для выдачи в физический или удаленный канал аналогового управления. либо во внутреннюю переменную приложения.

Взаимодействие между приложением и интерпретатором команд от мастера к объектам g41v2/g41v1/g41v3 через каналы элементов 16-bit/32-bit/Float Analog Output Block может осуществляться с использованием следующего алгоритма:

1. При запуске приложения вывести код 16#10 в канал *Status*, свидетельствующий о готовности приложения к обработке команд, и FALSE в канал *Flags*.0, если, к примеру, исправен модуль аналогового вывода, чьи каналы должны использоваться для физического формирования сигналов управления исполнительным механизмом.
2. До готовности исполнительного механизма, который должен управляться по командам мастера DNP3 к точке, определенной в базе данных DNP3 элементом 16-bit/32-bit/Float Analog Output Block, можно вывести TRUE в канал *Flags*.1 (RESTART). При обнаружении готовности исполнительного механизма – вывести FALSE в канал *Flags*.1.
3. При обнаружении значения 1 на входном канале *Command* убедиться, что может быть начато выполнение команды, и прочитать значения параметра команды на входном канале *Value*. Если выполнение команды может быть начато, следует вывести значение 16#20 в канал *Status* и приступить к выполнению команды.
4. Если во время выполнения команды на входном канале *Command* обнаружено значение 3, немедленно прекратить выполнение команды и вывести значение 16#30 в канал *Status*.
Если выполнение команды завершено, вывести значение 16#30 в канал *Status*.
5. Если после завершения команды на входном канале *Command* обнаружено значение 0, вывести 16#10 в канал *Status* в качестве признака готовности к выполнению следующей команды.

До выполнения или в процессе выполнения команд возможно выводить отличные от 0 значения статуса операции в биты *Status*.0-3 (см. табл. 19).

3.3. Взаимодействие приложения CoDeSys 2.3 с сервисом DNP3

3.3.1. Общие сведения

Элементы списков *Binary Inputs*, *Analog Inputs*, *Counters*, *Binary Outputs* и *Analog Outputs* конфигурации сервиса DNP3 в окне ресурса **PLC Configuration** обеспечивают интерфейс обмена данными и командами между приложением, разрабатываемым для контроллера в среде CoDeSys 2.3, и мастерами сети DNP3, для которых в списке *Masters Sessions* созданы элементы *Session*.

Для взаимодействия приложения с сервисом DNP3 необходимо в программных единицах (POU) приложения объявить переменные, отображаемые на входные и выходные каналы элементов, добавленных в список *Binary Inputs*, *Analog Inputs*, *Counters*, *Binary Outputs* и *Analog Outputs* конфигурации сервиса DNP3.

Для обеспечения возможности выполнения команд, передаваемых мастерами сети для объектов базы данных DNP3, которые представлены в конфигурации контроллера элементами *16-bit/32-bit Counter with Freeze*, *Control Relay Output Block* и *16-bit/32-bit/Float Analog Output Block* необходимо либо использовать в приложении экземпляры функциональных блоков библиотеки *FastwelDNP3Control.lib*, либо разработать и использовать собственные функциональные блоки. В любом случае экземпляры функциональных блоков должны быть отображены на входные и выходные каналы в образе процесса перечисленных выше элементов интерфейса взаимодействия с интерпретатором сетевых команд сервиса DNP3.

Подробная информация о способах отображения переменных приложения на адреса образа процесса приведена в п. 5.5 документа *ИМЕС.00300-02 33 03-1. Контроллеры CPM711/CPM712/CPM713. Руководство программиста*.

Настоящий подраздел содержит информацию об особенностях взаимодействия приложения контроллера с базой данных DNP3 и о диагностировании взаимодействия контроллера с мастерами сети DNP3.

3.3.2. Доступ к объектам базы данных

3.3.2.1. Управление флагами точек DNP3

Все элементы конфигурации сервиса DNP3, определяющие точки в базе данных DNP3, имеют выходной канал *Flags*, предназначенный для управления признаками качества точек, которые доступны мастерам сети и позволяют приложению мастера сети судить о достоверности и доступности данных для каждой точки.

Для того, чтобы информировать мастеров DNP3 об отказе или других проблемах с некоторой точкой, достаточно записать TRUE в нулевой бит канала *Flags* для элементов конфигурации сервиса, занимающих один индекс в базе данных DNP3. Для элементов конфигурации сервиса DNP3, занимающих восемь индексов в базе данных (*8-bit Binary Input* или *8-bit Binary Output*), следует записать TRUE в битовое поле канала *Flags*, номер которого соответствует номеру одной из восьми точек, определяемых элементом *8-bit Binary Input* или *8-bit Binary Output* в базе данных DNP3.

Пусть, например, для элемента *8-bit Binary Input* в приложении объявлен структурный тип данных *DNPBinaryInput*:

```
TYPE DNPBinaryInput :
STRUCT
    Flags : BYTE;
    States : BYTE;
END_STRUCT
END_TYPE
```

а в конфигурацию сервиса DNP3 добавлены четыре элемента *8-bit Binary Input*, показанные на рис. 47.

В программе контроллера может быть объявлен массив переменных типа *DNPBinaryInput*, отображенный на адреса каналов элементов *8-bit Binary Input* следующим образом:

```
dnpBinInputs AT %QB2561 : ARRAY [0..3] OF DNPBinaryInput;
```

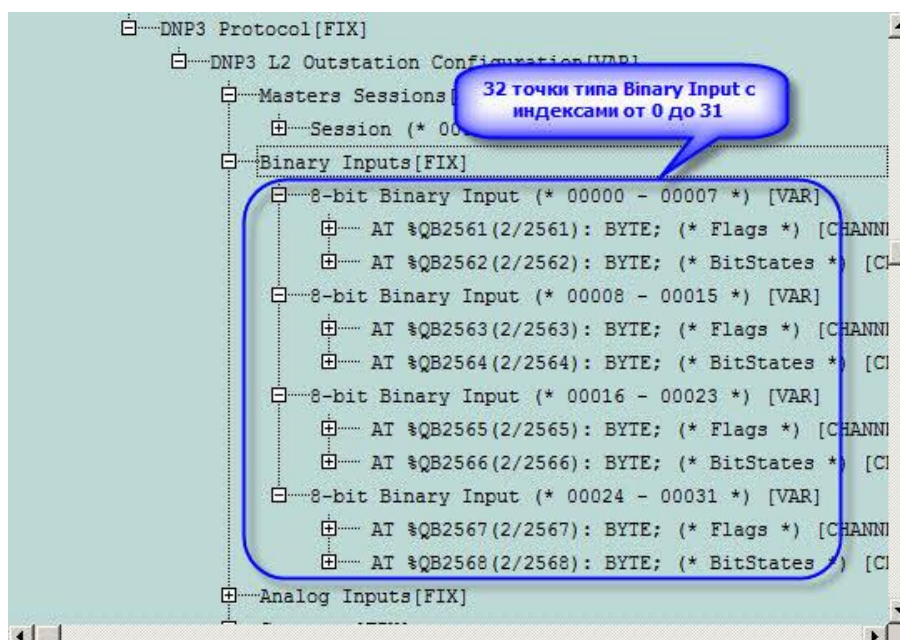


Рис. 47. Определение 32-х точек типа Binary Input в базе данных DNP3

Сброс и установка флага ONLINE в таком случае может осуществляться при помощи функции:

FUNCTION SetBitFlag : BOOL

VAR_INPUT

pBinInputArray : POINTER TO ARRAY [0..63] OF DNPBinaryInput;
 (* Указатель на массив переменных типа DNPBinaryInput. *)
 (* Размерность указана для удовлетворения компилятора. *)

iBinInputArraySize : INT;
 (* Размер массива переменных типа DNPBinaryInput *)

iPointIndex : INT;
 (* Индекс точки DNP3 типа Binary Input, чье значение нужно изменить *)

bFlagState : BOOL;
 (* Новое лог.состояние для флага ONLINE для точки *)

END_VAR

VAR_TEMP

iElementPos : INT;
 iBitInElementPos : INT;
 byTmpElementFlags : BYTE;
 byTmpMask : BYTE;

END_VAR

(* Тело функции начинается здесь *)

SetBitFlag := FALSE;

(* Определим позицию в массиве для элемента, соответствующего iPointIndex *)
 iElementPos := iPointIndex / 8;

IF iElementPos >= 0 AND iElementPos < iBinInputArraySize THEN
 (* Копируем флаги во временную переменную *)
 byTmpElementFlags := pBinInputArray[iElementPos].Flags;

(* Определим битовую позицию для точки с iPointIndex внутри элемента *)
 iBitInElementPos := iPointIndex MOD 8;

(* Вычислим маску для битовой позиции *)
 byTmpMask := SHL(BYTE#1, iBitInElementPos);

IF bFlagState THEN
 (* Поднимем бит для канала Flags в нужной позиции *)
 byTmpElementFlags := byTmpElementFlags OR byTmpMask;
ELSE
 (* Сбросим бит для канала Flags в нужной позиции *)

```

        byTmpElementFlags := byTmpElementFlags AND (NOT byTmpMask);
    END_IF

    (* Вернем флаги в элемент *)
    pBinInputArray^[iElementPos].Flags := byTmpElementFlags;

    SetBitFlag := TRUE;
END_IF

END_FUNCTION

```

Например, для того, чтобы мастер DNP3 обнаружил сброшенный бит ONLINE для точки с индексом 23, функция SetBitFlag для объявленного массива может быть вызвана следующим образом:

```

(* Сбросить флаг ONLINE для точки с индексом 23 *)
SetBitFlag(ADR(dnpBinInputs), SIZEOF(dnpBinInputs)/SIZEOF(dnpBinInputs[0]), 23, TRUE);

```

Обратите внимание, что если точки отнесены к событиям по изменению данных хотя бы одного из трех классов (в панели свойств элемента, определяющего точку, отмечен один или несколько флажков **Класс события по данным**), то изменение любого бита в канале *Flags* приведет к формированию соответствующего объекта-события.

3.3.2.2. Формирование значений для входных точек

Новые значения для входных точек в базе данных DNP3, формируемые приложением, обновляются в базе данных с периодом задачи, на контексте которой выполняется программная единица, формирующая значения точек, но не чаще одного раза в 10 мс.

Таким образом, более частые изменения значений или логических состояний входных точек не могут быть переданы мастерам сети DNP3.

При большом количестве подчиненных узлов и длительном времени их опроса одним мастером DNP3, при наличии нескольких мастеров и/или при необходимости фиксации всех критических событий, связанных с работой контролируемого объекта автоматизации, для передачи информации о параметрах технологического процесса и состоянии технических средств системы могут использоваться события и инициативные сообщения DNP3. События по изменению значений и логических состояний входных точек базы данных DNP3 формируются не чаще одного раза в 10 мс, но и менее частое формирование событий может быстро привести к переполнению буферов событий сервиса DNP3 контроллера, а также буферов, отведенных для хранения событий у мастеров сети.

Для контроля переполнения буферов событий сервиса DNP3 контроллера следует проверять бит 11 входного канала IIN каждого элемента *Session*, добавленного в конфигурацию сервиса DNP3, который содержит логическое состояние бита IIN2.3 (EVENT_BUFFER_OVERFLOW) слова внутренних индикации каждого сеанса связи с мастером. Данный канал обновляется сервисом DNP3 для каждого элемента *Session* не чаще одного раза в секунду и, если это допускается требованиями к системе, позволяет приложению контроллера предпринимать специальные меры по снижению темпа формирования событий. Например, можно снизить период вызова программных единиц приложения, выводящих значения и логические состояния во входные точки DNP3 или увеличить значения постоянной времени программных фильтров.

Наиболее простым и эффективным способом регулирования темпа генерации событий по данным является настройка параметров **Зона нечувствительности** для точек типа Analog Input, **Диапазон изменения** – для точек типа Counter, а также **Интервал антидребезга** – для точек типа Binary Input.

Наконец, рекомендуется относить к классам событий по данным только те точки, для которых фиксация событий действительно является необходимым условием правильного функционирования системы.

3.3.3. Библиотека FastwelDNP3Control.lib

3.3.3.1. Общие сведения

Библиотека FastwelDNP3Control.lib разработана на языке Structured Text в среде CoDeSys 2.3 и предназначена для организации взаимодействия приложения, выполняющегося в контроллере, с интерпретатором сетевых команд сервиса DNP3.

Экземпляры функциональных блоков библиотеки должны использоваться в приложении при наличии в дереве конфигурации сервиса DNP3 следующих элементов:

1. *16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze* – для обработки сетевых команд фиксации счетных значений и фиксации значений со сбросом к точкам типа Counter, определяемым данными элементами в базе данных DNP3, в приложении должны использоваться экземпляры функциональных блоков типа DNP_FZN_WORD_DIRECT и DNP_FZN_DWORD_DIRECT соответственно.
2. *Control Relay Output Block* – для обработки сетевых команд выбора и выполнения Select/Operate, а также прямого выполнения (с подтверждением и без) Direct Operate к точкам типа Binary Output – Control Relay Output Block (объект группы 12), определяемым в базе DNP3, в приложении должны использоваться экземпляры функционального блока типа DNP_CROB_DIRECT.
3. *16-bit/32-bit/Float Analog Output Block* – для обработки сетевых команд выбора и выполнения Select/Operate, а также прямого выполнения (с подтверждением и без) Direct Operate к точкам типа Analog Output (объекты группы 41), определяемым в базе DNP3, в приложении должны использоваться экземпляры функционального блока типа DNP_AOB_INT_DIRECT, DNP_AOB_DINT_DIRECT и DNP_AOB_REAL_DIRECT соответственно.

3.3.3.2. Добавление библиотеки FastwelDNP3Control.lib в проект

Библиотека FastwelDNP3Control.lib находится в подкаталоге установки платформ Fastwel каталога установки среды разработки CoDeSys 2.3:

\\Targets\\Fastwel\\Libraries\\CPM71x.

Для добавления библиотеки в проект следует щелкнуть на вкладке **Resources** в области главного окна CoDeSys 2.3, расположенной слева, и дважды щелкнуть на ресурсе *Library Manager*. На экран будет выведено окно менеджера библиотек, после чего щелкнуть правой кнопкой мыши в верхней области окна менеджера библиотек, расположенной слева и содержащей список подключенных библиотек, и выбрать команду **Additional Library** в контекстном меню.

3.3.3.3. Декларация и вызов экземпляров функциональных блоков

Экземпляром функционального блока называется переменная, тип которой совпадает с типом функционального блока.

Экземпляр функционального блока должен быть описан в секции деклараций программной единицы типа PROGRAM или FUNCTION BLOCK, как обычная переменная.

Функциональный блок, содержащий переменные со спецификаторами размещения в памяти AT %I* или AT %Q* (directly represented variables – переменные с прямым отображением на адреса), должен быть отображен на адреса во входном или выходном сегментах образа процесса в ресурсе *Global Variables – Variable_Configuration*.

ВНИМАНИЕ!

Технически возможно декларировать экземпляры функциональных блоков с прямым отображением на образ процесса в областях глобальных переменных (VAR_GLOBAL). Никогда не используйте эту возможность, особенно если предполагается наличие в приложении более одной задачи.

После декларации и отображения экземпляров функциональных блоков на входные и выходные адреса образа процесса, по которым расположены каналы элементов сервиса DNP3, определяющих в базе данных DNP3 точки с командным интерфейсом, экземпляры функциональных блоков могут вызываться в теле программной единицы, которой принадлежат их декларации.

Описанный механизм использования функциональных блоков иллюстрируется рис. 48.

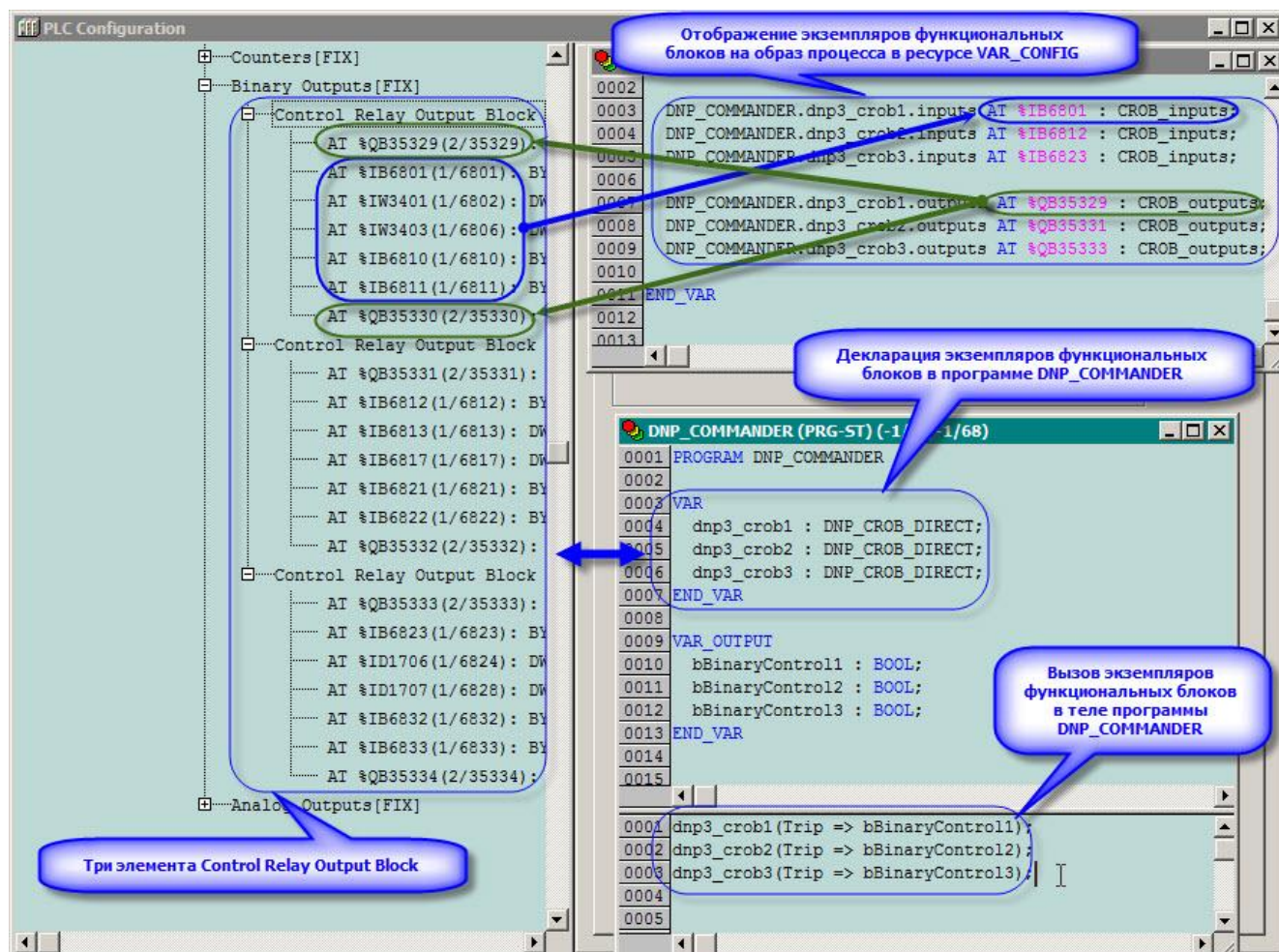


Рис. 48. Пример декларации, отображения на адреса образа процесса и вызова трех экземпляров функциональных блоков DNP_CROB_DIRECT

3.3.3.4. Функциональные блоки DNP_FZN_WORD/DWORD_DIRECT

Функциональные блоки DNP_FZN_WORD_DIRECT и DNP_FZN_DWORD_DIRECT обеспечивают возможность взаимодействия приложения с интерпретатором сетевых команд сервиса DNP3 для элементов 16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze.

Блоки имеют идентичный интерфейс, отличающийся только типом значения счетчика (WORD или DWORD):

```
VAR_INPUT
  Disable          : BOOL;
  CounterSource    : DWORD; (* WORD для 16-bit Counter *)
END_VAR
```

Вход *Disable* позволяет сделать недоступной для мастера сети соответствующую точку типа Counter путем сброса бита ONLINE в поле флагов. Для сброса признака ONLINE следует перед вызовом экземпляра блока передать TRUE на вход *Disable*, а для установки признака – передать FALSE.

Вход *CounterSource* определяет переменную приложения, чье значение будет использоваться объектом DNP3 типа Counter для фиксации по командам мастера.

```
VAR_OUTPUT
  CommandInProgress : BOOL;
  Clear             : BOOL;
  fznTime           : TIME;
  fznValue          : DWORD; (* WORD для 16-bit Counter *)
END_VAR
```

Выход *CommandInProgress*, равный TRUE, сигнализирует программной единице, из которой вызывается экземпляр блока, что в текущий момент времени выполняется команда мастера DNP3. При последующем сбросе *CommandInProgress* в FALSE время фиксации значения со входа *CounterSource* и зафиксированное (frozen) значение выводятся через выходы *fznTime* и *fznValue* соответственно.

Выход *Clear*, установленный в TRUE, указывает программной единице, из которой вызывается экземпляр блока, что поступила команда фиксации со сбросом. При получении данной команды следует сбросить в 0 переменную приложения, чье значение подается на вход *CounterSource*.

Для отображения экземпляра блока на адреса образа процесса, занимаемые элементом *16-bit/32-bit Binary Counter with Freeze* следует использовать отображаемые переменные блока *inputs* типа FZN_WORD_inputs/FZN_DWORD_inputs и *outputs* типа FZN_WORD_outputs/FZN_DWORD_outputs.

```
VAR
  inputs AT %I* : FZN_DWORD_inputs; (* FZN_WORD_inputs для 16-bit Counter *)
  outputs AT %Q* : FZN_DWORD_outputs; (* FZN_WORD_outputs для 16-bit Counter *)
END_VAR
```

3.3.3.5. Функциональный блок DNP_CROB_DIRECT

Функциональный блок DNP_CROB_DIRECT обеспечивает возможность взаимодействия приложения с интерпретатором сетевых команд сервиса DNP3 для элемента *Control Relay Output Block* в секции *Binary Outputs*.

```
VAR_INPUT
  Disable           : BOOL;
  Time_On           : TIME;
  Time_Off          : TIME;
  CyclesCount       : BYTE;
END_VAR
```

Вход *Disable* позволяет сделать недоступной для мастера сети соответствующую точку типа Binary Output путем сброса бита ONLINE в поле флагов. Для сброса признака ONLINE следует перед вызовом экземпляра блока передать TRUE на вход *Disable*, а для установки – передать FALSE.

Входы *Time_On*, *Time_Off* и *CyclesCount* позволяют приложению самостоятельно задать параметры команды, которые определены для модели выхода **Pulse** или **Trip-Close** (см. п. 3.2.3.5). Для того, чтобы использовались параметры, поступающие от мастера DNP3, следует оставить *Time_On*, *Time_Off* и *CyclesCount* равными 0.

```
VAR_OUTPUT
  CommandInProgress : BOOL;
  CyclesRemaining   : BYTE;
  Trip              : BOOL;
  Close             : BOOL;
END_VAR
```

Выход *CommandInProgress*, равный TRUE, сигнализирует программной единице, из которой вызывается экземпляр блока, что в текущий момент времени выполняется команда мастера DNP3.

Выход *CyclesRemaining* содержит значение счетчика циклов операции, оставшееся до завершения выполнения команды.

Выход *Trip* используется в качестве основного дискретного выхода канала управления для всех моделей, включая **Latch**, **Pulse** и **Trip-Close**.

Выход *Close* используется в качестве второго дискретного выхода канала управления для модели **Trip-Close**.

Отображение экземпляра блока на адреса образ процесса, занимаемые элементом *Control Relay Output Block*, выполняется при помощи отображаемых переменных блока:

```
inputs AT %I* : CROB_inputs;
outputs AT %Q* : CROB_outputs;
```

3.3.3.6. Функциональные блоки DNP_AOB_INT/DINT/REAL_DIRECT

Три функциональных блока DNP_AOB_INT_DIRECT, DNP_AOB_DINT_DIRECT и DNP_AOB_REAL_DIRECT обеспечивают возможность взаимодействия приложения с интерпретатором сетевых команд сервиса DNP3 для элементов конфигурации *16-bit/32-bit/Float Analog Output*.

Блоки имеют идентичный интерфейс, отличающийся только типом аналогового значения, выводимого блоком через выход *Out*: INT, DINT и REAL.

Вход *Disable* позволяет сделать недоступной для мастера сети соответствующую точку типа Analog Output путем сброса бита ONLINE в поле флагов. Для сброса признака ONLINE следует перед вызовом экземпляра блока передать TRUE на вход *Disable*, а для установки – передать FALSE.

```
VAR_INPUT
    Disable : BOOL;
END_VAR

VAR_OUTPUT
    CommandInProgress : BOOL;
    Out                : DINT;
END_VAR
```

Выход *CommandInProgress*, равный TRUE, сигнализирует программной единице, из которой вызывается экземпляр блока, что в текущий момент времени выполняется команда мастера DNP3. При последующем сбросе *CommandInProgress* в FALSE программная единица может передать значение с выхода *Out* в физический канал аналогового вывода или другую переменную приложения.

3.3.4. Диагностика соединений с мастерами DNP3

Для проверки наличия и качества связи с мастерами DNP3 должны использоваться каналы элемента *Session*, описание назначения которых приведено в п. 3.2.2.5.

При включении питания контроллера, после сброса и после загрузки нового приложения в контроллер сервис DNP3 устанавливает бит IIN1.7 (DEVICE_RESTART) в словах внутренних индикаций всех сеансов связи с мастерами DNP3, определенных элементами *Session*. Данный бит остается установленным до тех пор, пока мастер DNP3, чей адрес задан для элемента *Session*, не установит соединение с контроллером.

Для проверки наличия ранее установленной связи с мастером следует анализировать значение на канале *TransactionsCount* соответствующего объекта *Session*. Данный канал содержит счетчик фрагментов прикладного уровня, принятых сервисом DNP3 контроллера от мастера сети, и обновляется с периодом не чаще 1 с.

4. СРЕДСТВА СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ CODESYS 2.3 И КОНТРОЛЛЕРАМИ CPM712/CPM713 ПО DNP3

4.1. Общие сведения

CoDeSys Gateway Server предназначен для организации информационного обмена между средой разработки CoDeSys 2.3, функционирующей на компьютере, и средой исполнения CoDeSys на удаленном контроллере через интерфейс внешней сети, поддерживаемый контроллером. Кроме того, CoDeSys Gateway Server обеспечивает доступ к переменным контроллера CoDeSys OPC-серверу. Поддержка той или иной сети реализуется при помощи коммуникационных драйверов, с которыми взаимодействует Gateway Server.

Настоящий раздел содержит указания по настройке параметров коммуникационного драйвера GDrvFastwelDNP3.dll, поставляемого в пакете адаптации CoDeSys 2.3 для Fastwel I/O версии не ниже 2.63.23944.

4.2. Назначение драйвера сервера CoDeSys Gateway Server для DNP3

Драйвер GDrvFastwelDNP3.dll является частичной реализацией мастера протокола DNP3 и используется для организации обмена между CoDeSys Gateway Server и контроллерами CPM712 и CPM713 по протоколу DNP3 посредством потоковых объектов типа VT (виртуальный терминал) групп 112 и 113.

Драйвер устанавливается автоматически в процессе установки пакета адаптации CoDeSys 2.3 для Fastwel I/O.

4.3. Создание и настройка информационного канала между CoDeSys Gateway Server и CPM712/CPM713 по протоколу DNP3

Для создания информационного канала с удаленным контроллером CPM712 или CPM713 по протоколу DNP3 выполните следующие действия:

1. Соедините последовательный порт компьютера с портом интерфейса DNP3 контроллера или с модемом, используемым для связи компьютера с удаленным контроллером по выделенной или коммутируемой линии связи или GSM.
2. Запустите среду разработки CoDeSys 2.3.
3. Выберите команду меню **Online–Communication Parameters...** На экран будет выведена диалоговая панель **Communication Parameters**.
4. Нажмите кнопку **New** и в появившейся диалоговой панели введите имя создаваемого канала, а в списке **Device** выберите строку **DNP3 VTO Master: Fastwel CODESYS 2.3 Gateway Driver for DNP3 PLCs**, как показано на рис. 49, введите имя канала в поле **Name** и закройте диалоговую панель нажатием кнопки **OK**. В древовидном списке **Channels** диалоговой панели **Communication Parameters** появится элемент, соответствующий созданному каналу, а в таблице параметров канала справа – параметры созданного канала, как показано на рис. 50.

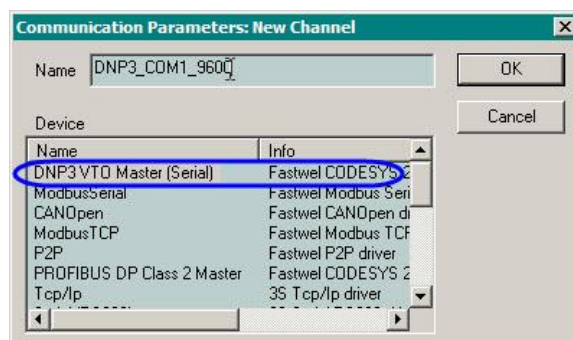


Рис. 49. Создание канала с использованием DNP3 VTO Master (Serial)

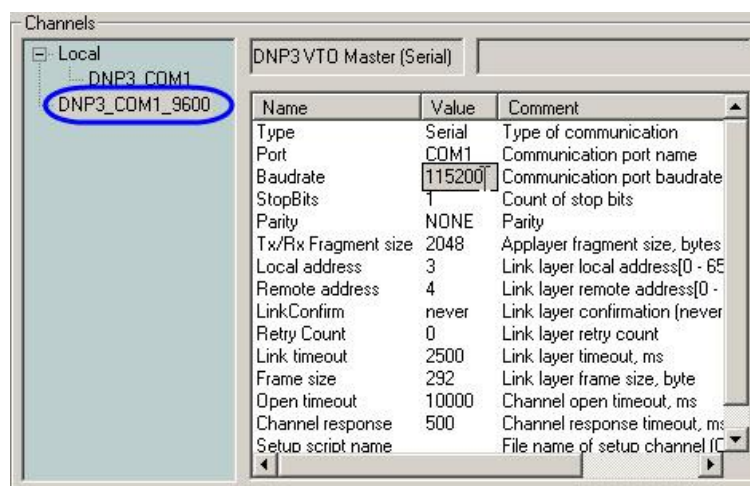


Рис. 50. Настройка параметров канала DNP3 VTO Master (Serial)

Описание параметров, подлежащих настройке, приведено в табл. 20.

5. Установите параметр **Port**, если для связи с контроллером используется последовательный порт, отличный от COM1, для чего дважды щелкните левой кнопкой мыши над именем *COM1* в таблице параметров и клавишами ↑ ("стрелка вверх") или ↓ ("стрелка вниз") выберите требуемый последовательный порт компьютера, через который будет осуществляться взаимодействие с контроллером, и нажмите клавишу Enter.
6. Для установки скорости обмена дважды щелкните на значении параметра **Baudrate** и клавишами ↑ ("стрелка вверх") или ↓ ("стрелка вниз") выберите требуемое значение скорости обмена и нажмите клавишу Enter.
7. Для установки контроля по четности дважды щелкните на значении параметра **Parity** и клавишами ↑ ("стрелка вверх") или ↓ ("стрелка вниз") выберите требуемый тип контроля (*NONE*, *EVEN* или *ODD*) в зависимости от значения параметра **Параметры доступа к линии передачи – Четность**, установленного для удаленного контроллера, и нажмите клавишу Enter.
8. Для установки драйверу сервера Gateway для DNP3 адреса мастера DNP3 дважды щелкните на текущем значении параметра **Local address**, введите новое значение адреса мастера (в диапазоне от 0 до 65529) и нажмите клавишу Enter.
Обратите внимание, что в конфигурации сервиса DNP3 удаленного контроллера должен присутствовать сеанс связи с мастером с таким же адресом (см. п. 3.2.2.5), если для режима адресации контроллера выбрана опция **Адресация–Проверять адрес отправителя**.
Если для удаленного контроллера не выбрана опция **Адресация–Проверять адрес отправителя**, то значение параметра **Local address** задавать не требуется.
9. Установите адрес DNP3 удаленного контроллера, для чего дважды щелкните на текущем значении параметра **Remote address**, введите новое значение адреса (в диапазоне от 0 до 65529) и нажмите клавишу Enter. Введенное значение должно совпадать с адресом, заданным в поле **Адресация–Адрес узла** в конфигурации сервиса DNP3 удаленного контроллера.
10. При необходимости установите значение таймаута открытия информационного канала, для чего дважды щелкните на текущем значении параметра **Open timeout**, введите новое значение в диапазоне от 1000 до 120000 мс и нажмите клавишу Enter. Данный таймаут определяет интервал времени, в течение которого драйвер сервера Gateway для DNP3 ожидает доступа к последовательному порту, определяемому параметром **Port**, или к каналу через модем, подключенный к выбранному порту, если установлен параметр **Setup script name**, определяющий файл сценария взаимодействия с модемом. В большинстве случаев не требуется изменять исходное значение параметра **Open timeout**.
11. При скоростях обмена до 19200 бит/с установите значение параметра **Channel response** в соответствии с табл. 21. Если значение **Channel response** было изменено в процессе настройки параметров информационного канала, то после закрытия диалоговой панели **Communication Parameters** выберите команду **Project–Options** в главном меню

- CoDeSys 2.3, и в наборе опций **Desktop** установите значение коммуникационного таймаута среды разработки **Communications timeout (ms)** в соответствии с табл. 21.
12. Если сетевой обмен среды разработки CoDeSys 2.3 с удаленным контроллером должен выполняться через каналообразующую аппаратуру (модем), введите имя файла сценария взаимодействия с модемом в качестве значения параметра **Setup script name**. Информация о содержимом файла сценария взаимодействия с модемом и его требуемом местоположении приведена в п. 4.4 настоящего документа.
 13. Закройте диалоговую панель настройки параметров информационного канала нажатием кнопки **ОК**.
 14. Для установления соединения между средой разработки CoDeSys 2.3 и удаленным контроллером выполните команду **Online–Login** в главном меню среды разработки.

Таблица 20. Параметры информационного канала DNP3 VTO Master (Serial)

Параметр	Описание
Port	Имя порта компьютера, соединенного с удаленным контроллером непосредственно или через модем.
Baudrate	Скорость обмена. Значение должно совпадать с установленным в конфигурации удаленного контроллера для параметра Параметры доступа к линии передачи–Скорость обмена, бит/с в панели свойств <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> .
Parity	Режим контроля по четности (NONE, EVEN, ODD). Значение должно совпадать с установленным в конфигурации удаленного контроллера для параметра Параметры доступа к линии передачи–Четность в панели свойств <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> .
Local address	Адрес мастера, который присваивается драйверу сервера CoDeSys Gateway Server для протокола DNP3. Если у удаленного контроллера <u>не установлена</u> опция Адресация–Проверять адрес отправителя , то данный параметр можно не изменять. Если у удаленного контроллера установлена опция Адресация–Проверять адрес отправителя , то данный параметр должен иметь значение, совпадающее с адресом одного из сеансов связи с мастером, определенных в конфигурации удаленного контроллера в списке <i>DNP3 L2 Outstation Configuration – Masters Sessions</i> .
Remote address	Адрес подчиненного узла DNP3 удаленного контроллера. Значение должно совпадать с установленным в конфигурации удаленного контроллера для параметра Адресация–Адрес узла в панели свойств <i>DNP3 L2 Outstation Configuration</i> .
Open timeout	Интервал времени в диапазоне от 1000 до 120000 мс, в течение которого драйвер сервера CoDeSys Gateway Server для протокола DNP3 на компьютере ожидает доступа к коммуникационному порту, выбранному параметром <i>Port</i> , или к каналу через модем, подключенной к выбранному последовательному порту, если параметр <i>Setup script name</i> содержит имя файла сценария взаимодействия с модемом.
Channel response	Интервал времени в диапазоне от 100 до 60000 мс, в течение которого драйвер сервера CoDeSys Gateway Server для протокола DNP3 на компьютере ожидает ответа на очередную операцию доступа к объекту группы 112 или 113 на удаленном контроллере. Взаимодействие между CoDeSys 2.3 и удаленным контроллером по протоколу DNP3 реализуется в виде последовательности операций записи в объект VT группы 112 и чтения объекта VT группы 113, при этом по линии передачи передаются блоки данных размером не более 128 байт. Одна транзакция между Gateway Server и удаленным контроллером состоит, как минимум, из четырех операций доступа к VT Gr112 и Gr113. Таким образом, значение данного параметра не должно быть менее времени, требуемого для передачи фрагмента DNP3 размером около 160 байт, и не должно быть более четверти таймаута, заданного параметром Project–Options–Desktop–Communications timeout (ms) среды разработки CoDeSys 2.3. Для скоростей обмена от 19200 бит/с, как правило, допускается использовать исходное значение данного параметра, равное 500 мс. Для скоростей обмена до 19200 бит/с рекомендуется устанавливать значения данного параметра и параметра Project–Options–Desktop–Communications timeout (ms) в соответствии с табл. 21.
Setup script name	Если взаимодействие между компьютером и удаленным контроллером должно происходить с использованием каналообразующей аппаратуры (модема), данный параметр должен содержать имя файла сценария взаимодействия с модемом (без пути к файлу). Файл сценария взаимодействия с модемом должен располагаться в каталоге %CDSDIR%\Targets\Fastwel\ModemScripts, где %CDSDIR% – каталог установки среды разработки CoDeSys 2.3. По умолчанию для 32-разрядных Windows каталог установки CoDeSys 2.3: «c:\Program Files\3S Software\CoDeSys V2.3», а для 64-разрядных Windows: «c:\Program Files (x86)\3S Software\CoDeSys V2.3». Подробная информация о формате файла сценария взаимодействия с модемом приведена в п. 4.4 настоящего документа.

Таблица 21. Соответствие скорости обмена, времени отклика канала (*Channel response*) и коммуникационного таймаута среды разработки CoDeSys 2.3

Скорость обмена, бит/с	Значение <i>Channel response</i>	Значение <i>Communications timeout (ms)</i>
1200	≥2500	≥8000
2400	≥2000	≥8000
4800	≥1500	≥6000
9600	≥1200	≥4800
14400	≥1000	≥4000

4.4. Файл сценария взаимодействия с каналобразующей аппаратурой (модемом)

Если взаимодействие между средой разработки CoDeSys 2.3 и удаленным контроллером должно происходить по выделенному или коммутируемому каналу связи через каналобразующую аппаратуру (модем), в каталоге %CDSDIR%\Targets\Fastwel\ModemScripts должен быть размещен текстовый файл, содержащий сценарии взаимодействия с модемом. %CDSDIR% – каталог установки среды разработки CoDeSys 2.3. По умолчанию для 32-разрядных Windows каталог установки CoDeSys 2.3: c:\Program Files\3S Software\CoDeSys V2.3, а для 64-разрядных Windows: c:\Program Files (x86)\3S Software\CoDeSys V2.3.

Имя файла без полного пути к нему должно быть введено в качестве значения параметра **Setup script name** информационного канала DNP3 VTO Master (Serial).

Файл должен содержать две секции, каждая из которых начинается с заголовка секции в квадратных скобках в соответствии с табл. 22. Каждая секция состоит из набора выражений, разделенных пробелами или символами перевода строки и возврата каретки, которые определяют набор команд, ответов и интервалов ожидания при взаимодействии с модемом. Синтаксис выражений представлен в табл. 23.

Таблица 22. Секции файла сценария взаимодействия с модемом

Заголовок секции	Описание
[init string]	Обязательная секция. Должна содержать строку начальной настройки (инициализации) модема, которая выполняется всякий раз при попытке установить соединение с удаленным контроллером при выполнении команды Online-Login главного меню CoDeSys 2.3. Обратите внимание, что для всех типов модемов необходимо отключить все опции управления потоком передаваемых данных (flow control). Пример для GSM-модема CINTERION MC52i: <i>[init string]</i> <i>TIMEOUT 3</i> <i>ABORT "ERROR"</i> <i>ATS7=60 OK AT+CREG=0 OK ATX4 OK AT+CREG? +CREG: 0,1 OK PAUSE 1</i> Пример для модемов Courier для работы по выделенной линии: <i>[init string]</i> <i>TIMEOUT 3 ABORT "ERROR" ATE0&WV1Q0L0S7=20 OK AT&I0 OK AT&R1 OK</i> Пример для модемов Zyxel для работы по выделенной линии: <i>[init string]</i> <i>TIMEOUT 3 ABORT "ERROR" ATE0&WV1Q0L0S7=20 OK AT&K0 OK</i>
[dial string]	Обязательная секция. Должна содержать строку установления исходящего соединения через модем («дозвона»), которая выполняется после выполнения команд строки инициализации всякий раз при попытке установить соединение с удаленным контроллером при выполнении команды Online-Login главного меню CoDeSys 2.3. Пример строки дозвона для GSM-модема CINTERION MC52i по номеру +79261234567: <i>[dial string]</i> <i>TIMEOUT 10</i> <i>ABORT "NO CARRIER" ABORT "BUSY"</i> <i>ATD+79261234567 CONNECT</i> Пример строки дозвона для модемов Courier и Zyxel для работы по выделенной линии: <i>[dial string]</i> <i>TIMEOUT 10</i> <i>ABORT "NO CARRIER" ABORT "BUSY"</i> <i>ATA CONNECT</i>

Таблица 23. Синтаксис выражений для формирования строк сценария взаимодействия с модемом

Выражение	Описание
TIMEOUT <i>time</i>	Определяет интервал времени, в течение которого ожидается ответ модема на любую команду в текущей секции сценария взаимодействия с модемом. Параметр <i>time</i> определяет длительность интервала в диапазоне от 1 до 999 секунд. В приведенном ниже примере ответы модема <i>OK</i>, <i>+CREG: 0,1 OK</i>: или <i>ERROR</i> будут ожидать в течение 3 секунд: <i>[init string]</i> TIMEOUT 3 ABORT "ERROR" AT+CREG=0 OK ATX4 OK AT+CREG? +CREG: 0,1 OK
ABORT " <i>response</i> "	Определяет одну строку ответа модема в случае неуспешного завершения последней команды. Строка ответа должна быть заключена в кавычки. Каждая секция сценария взаимодействия с модемом может содержать до пяти определений типа ABORT. В приведенном ниже примере сценарий установления соединения будет прерван при получении от модема строк <i>NO CARRIER</i> или <i>BUSY</i>: <i>[dial string]</i> TIMEOUT 10 ABORT "NO CARRIER" ABORT "BUSY" ATD+79261234567 CONNECT
PAUSE <i>time</i>	Определяет интервал времени, в течение которого модему не передается следующая команда в текущей секции сценария взаимодействия с модемом. Параметр <i>time</i> определяет длительность интервала в диапазоне от 1 до 999 секунд. Если выражение PAUSE присутствует только в конце секции сценария взаимодействия с модемом, то заданная в выражении пауза будет использоваться перед первой командой следующей секции. В приведенном ниже примере перед выполнением секции <i>[dial string]</i> будет выдерживаться пауза длительностью 1 секунда: <i>[init string]</i> TIMEOUT 3 ABORT "ERROR" AT+CREG=0 OK ATX4 OK AT+CREG? +CREG: 0,1 OK PAUSE 1
AT <i>cmdsymbols response</i>	Данное выражение определяет команду для модема и строку ответа от модема при успешном выполнении команды. В приведенном ниже примере модему передается команда <i>ATA</i> и ожидается ответ <i>OK</i>, если модем успешно выполнил команду. <i>[dial string]</i> TIMEOUT 60 ABORT "NO CARRIER" ATA CONNECT

Пример 1. Файл сценария взаимодействия с модемом типа Courier при работе в режиме выделенной линии

```
[init string]
TIMEOUT 3
ABORT "ERROR"
ATE0&WV1Q0L0S7=20 OK AT&I0 OK AT&R1 OK

[dial string]
TIMEOUT 60 ABORT "NO CARRIER" ATA CONNECT
```

Драйвер Gateway-сервера всегда является инициатором установления соединения с удаленным контроллером, поэтому при необходимости взаимодействия со средой разработки CoDeSys 2.3, загрузки приложений, обновления системного программного обеспечения, контроллер всегда должен ожидать входящего соединения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А . ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Версия	Дата	Ссылка	Статус	Примечания
2.62.23943	23.01.2014	Документ	создан	
2.63.23944	23.07.2014	п. 3.2.2.2	изменен	Добавлено описание режима <i>Модем</i> .
		Раздел 4	добавлен	Добавлено описание драйвера CoDeSys Gateway Server для протокола DNP3
2.64.23946	17.12.2014	Документ	изменен	Обновлена контактная информация
2.66.23947	22.10.2015	Документ	изменен	Скорректирована информация об изготовителе