



Контроллер программируемый логический Элсима
Поддержка протоколов передачи данных
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Страниц 65

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

январь, 2022

Литера

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ	6
1 ОБЩАЯ СХЕМА РАБОТЫ И СТРУКТУРА ДАННЫХ МОДУЛЕЙ МЭК 104 ТСР.....	7
1.1 СТРУКТУРА КАДРОВ МЭК 104	7
1.2 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ИДЕНТИФИКАТОРЫ ТИПА ASDU	9
1.3 РАЗНОВИДНОСТИ СИГНАЛОВ В НАПРАВЛЕНИИ КОНТРОЛЯ.....	11
1.4 РАЗНОВИДНОСТИ СИГНАЛОВ В НАПРАВЛЕНИИ УПРАВЛЕНИЯ	12
1.5 СТРУКТУРА ИДЕНТИФИКАТОРОВ ТИПОВ	12
2 МАППИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ.....	15
3 ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ МЭК 104 ТСР-SLAVE.....	17
3.1 ПЕРЕДАЧА ОТВЕТОВ ОТ КОНТРОЛИРУЕМОЙ СТАНЦИИ	18
3.2 ПАРАМЕТРЫ МОДУЛЯ МЭК 104 ТСР-SLAVE	19
3.3 МОДУЛЬ ASDU (МЭК 104 SLAVE)	24
3.3.1 <i>Настройка конфигурационных параметров модуля IEC ASDU</i>	25
3.3.2 <i>Конфигурирование передачи данных по МЭК 104</i>	27
3.3.2.1 Группы и секции	27
3.3.2.2 Назначение переменных и имен сигналам группы.....	28
3.3.2.3 Порядок формирования групп сигналов.....	29
3.3.2.3.1 Формирование сигнала информации о процессе в направлении контроля (типы 001-040).....	31
3.3.2.3.2 Формирование сигнала информации о процессе в направлении управления (045-051, 058-064, 113)	32
3.3.2.3.3 Формирование сигнала в направлении управления команды чтения (тип 102).....	34
3.3.2.3.4 Формирование сигнала информации о системе в направлении контроля (тип 70)	35
3.3.2.3.5 Формирование команды синхронизации времени и команды определения запаздывания (103 и 106)	35
3.3.2.3.6 Тестовые команды 104, 107.....	36
3.3.2.3.7 Формирование сигналов с параметрами в направлении управления (типы 110-112)	37
3.3.3 <i>Соотнесение сигналов диагностики и переменных в задаче пользователя</i>	38
3.3.4 <i>Работа со структурами IEC в CoDeSys</i>	38
3.3.5 <i>Оптимизация работы структурами IEC в CoDeSys</i>	39
3.3.6 <i>Особенности работы модуля МЭК 104 ТСР-Slave</i>	44
3.3.6.1 Дополнительные коды отказов	44
3.3.6.2 Отправка сигналов	45
3.3.7 <i>Настройка обмена данными по интерфейсу ТСР</i>	47
3.3.7.1 Добавление IP-слота и настройка его параметров	47
3.3.7.2 Добавление коммуникационного слота CommSlot	47
4 ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ МЭК 104 ТСР-MASTER.....	49
4.1 ПАРАМЕТРЫ МОДУЛЯ IEC104M	50
4.2 МОДУЛЬ SLAVE (МЭК 104 MASTER)	52
4.3 МОДУЛЬ ASDU (МЭК 104 MASTER).....	57
4.3.1 <i>Настройка конфигурационных параметров модуля ASDU</i>	57
4.3.2 <i>Конфигурирование передачи данных модуля ASDU</i>	59
4.3.2.1 Группы и секции	59
4.3.2.2 Порядок формирования групп сигналов.....	59
4.3.2.2.1 Формирование сигнала информации о процессе в направлении контроля и управления и информации о системе в направлении контроля (тип 001-070) и параметров в направлении управления (тип 110-113)	60
4.3.2.2.2 Формирование сигнала команды опроса (тип 100).....	61
4.3.2.2.3 Формирование сигнала команды опроса счетчиков (тип 101).....	62

4.3.2.2.4 Формирование сигнала системной информации в направлении управления (типы 102–107)	62
4.3.3 Настройка обмена данными по интерфейсу TCP.....	63
4.3.4 Особенности работы модуля МЭК 104 TCP-Master.....	64

Список терминов и сокращений

ASDU	– Application service data units. Блок данных прикладного уровня;
FIFO	– принцип First In, First Out. "первым пришел - первым обслужен", дисциплина обслуживания типа "очередь", элементы очереди выбираются из неё в порядке поступления;
IEC	– International Electrotechnical Commission, См. также МЭК;
POU	– Program Organization Unit. Компонент организации программ, программный компонент;
RAM	– Random Access Memory. Память (запоминающее устройство) с произвольной выборкой; оперативное запоминающее устройство. См. также ОЗУ;
RTC	– Real-Time Clock. Часы реального времени;
SCADA	– Supervisory for Control And Data Acquisition. Система диспетчерского управления и сбора данных, название класса ПО для создания систем автоматизации промышленного производства (АСУ ТП);
TCP	– Transmission Control Protocol. Протокол управления передачей данных;
TCP/IP	– Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Межсетевой протокол управления передачей данных;
WDT	– Watchdog timer. Программируемый сторожевой таймер;
АСУ ТП	– Автоматизированные системы управления технологическими процессами;
ИС	– Исполняющая система;
Кадр	– Количество информации, состоящей из переменного числа байт передаваемой/получаемой протоколом за один раз;
Контроллер	– Контроллер программируемый ЭЛСИМА;
"Клиент" ("Master")	– Устройство, расположенное в пункте управления, являющееся потребителем данных и осуществляющее сбор данных с КП всей системы телемеханики;
КП	– Контролируемый пункт;
Маппинг	– Mapping. Процесс назначения переменных сигналам конфигурации для дальнейшего осуществления доступа к сигналам из управляющей программы <i>CoDeSys</i> ;
МЭК	– Международная электротехническая комиссия. См. также IEC;
МЭК 104	– ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004;
ОЗУ	– Оперативное запоминающее устройство; оперативная память. См. также RAM;
ОС	– Операционная система;
ПЗУ	– Постоянное запоминающее устройство;
ПЛК	– Программируемый логический контроллер;
ПО	– Программное обеспечение;
ПУ	– Пункт управления;
"Сервер" ("Slave")	– Устройство, расположенное на контролируемом пункте системы, осуществляющее сбор данных с технологического оборудования и являющееся поставщиком данных в информационную сеть;
ТИ	– Телеизмерение;
ТС	– Телесигнализация;
ТР	– Телерегулирование;
ТУ	– Телеуправление;
Управляющая программа	– Один или несколько взаимосвязанных программных компонентов, реализованных на языках программирования IEC 61131-3 и определяющих логику работы контроллера;
ЦП	– Центральный процессор.

Информация о документе

В настоящем руководстве по применению (РП) содержится информация по поддержке протоколов передачи данных ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 (далее – МЭК 104) в устройствах, взаимодействующих друг с другом по принципу "Клиент-Сервер" в сетях ТСР/IP. Данная информация необходима пользователю для правильной эксплуатации программируемого логического контроллера Элсима-M01 (далее – контроллер).

Данные, предоставленные в документе, проверены на соответствие программному обеспечению на момент поставки контроллера. В связи с текущим совершенствованием продукции и документации, пользователю целесообразно следить за проводимыми обновлениями через сайт производителя.

Контактная информация:

- почтовый адрес: г. Томск, ул. Алтайская, 161а;
- тел. (3822) 601-000, факс (3822) 601-001;
- официальный сайт компании: www.elesy.ru.

1 ОБЩАЯ СХЕМА РАБОТЫ И СТРУКТУРА ДАННЫХ МОДУЛЕЙ МЭК 104 ТСП

В идеологии МЭК 104 выделяют два типа взаимодействующих устройств. Пункт управления (ПУ) и контролируемый пункт (КП). Пункт управления обеспечивает сбор информации всей системы и его называют ведущим устройством (**Master**), соответственно, КП является подчинённым устройством (**Slave**). По протоколу МЭК 104 устройства взаимодействуют по принципу "Клиент-Сервер" в сетях TCP/IP:

- "Сервер" ("**Slave**") – устройство, расположенное на контролируемом пункте (КП) системы телемеханики, осуществляет сбор данных с технологического оборудования и является поставщиком данных в информационную сеть. **Slave** после установки соединения осуществляет передачу данных в соответствии с конфигурационными настройками;
- "Клиент" ("**Master**") – устройство, расположенное в пункте управления (ПУ), является потребителем данных и осуществляет сбор данных со всех КП. **Master** устанавливает соединение с КП, получает данные в установленном соединении как без выполнения запросов, так и по запросу (команда чтения 102 – C_RD_NA_1), подтверждает получение данных для обеспечения гарантии доставки. Клиент имеет возможность управления потоком данных, т.е. приостановить получение данных, при необходимости, осуществляет синхронизацию времени в КП.

1.1 Структура кадров МЭК 104

Блоки данных прикладного уровня (далее – ASDU) формируются на прикладном уровне, передаются на канальный уровень для кодирования в соответствующем протоколе и поступают на физический уровень.

Общая структура ASDU представлена на рисунке 1.

Идентификатор блока данных				Объект информации 1			Объект информации N
Идентификатор типа	Классификатор переменной структуры	Причина передачи	Общий адрес ASDU	Адрес объекта информации	Набор элементов информации	Метка времени	
1 байт	1 байт	1 или 2 байта	1 или 2 байта	1, 2 или 3 байта			

Рисунок 1 – Структура ASDU

ASDU состоит из идентификатора блока данных и одного или более объектов информации, каждый из которых включает в себя один или более однородных элементов информации.

Идентификатор типа – определяет структуру, тип и формат всех объектов информации блока.

Классификатор переменной структуры – определяет структуру блока, т.е. тип информационных компонентов (объекты или элементы) и их количество.

Причина передачи служит для пояснения источника, инициирующего передачу данных в канал. Стандартные устройства должны использовать фиксированный размер поля – 2 байта, но для передачи данных от нестандартных устройств и совместимости с IEC 101 существует возможность выбора размерности поля.

Общий адрес ASDU является уникальным адресом в сети. Размер общего адреса является фиксированным параметром сети и для стандартных сетей устанавливается 2 байта, для исключительных случаев предусмотрена возможность изменения размерности этого поля.

Адрес объекта информации является уникальным идентификатором объекта информации. Ни один из сигналов не может иметь повторяющегося адреса, кроме "служебного адреса" 0 для ряда стандартных типов, у которых поле адреса не имеет значения. Для стандартных сетей *IEC 104* должен использоваться фиксированный размер поля – 3 байта, но для гибкости конфигурирования в сетях с переменной разрядностью служебных полей заголовка и совместимости с существующим оборудованием существует возможность выбора размерности поля.

Набор элементов информации существует для каждого ASDU, для некоторых типов присутствует *поле метки времени* (см. рисунок 1). Сигналы с меткой времени и без метки, с одинаковым объектом информации, но разным идентификатором типа, являются различными сигналами. В данной реализации модуля разрешена отправка сигналов с меткой времени как циклических, фоновых данных или данных по общему опросу, в отличие от требований стандарта.

Структура сигналов модулей **МЭК 104 ТСР** соответствует протоколу *МЭК 104*.

Часть полей *МЭК 104* заполняется в параметрах сигнала, а часть – в значении сигнала. В частности, причина передачи является частью значения сигнала и располагается после метки времени, если она есть, или после набора элементов информации, если её нет.

Поле причины передачи является транспортным, т.е. один и тот же сигнал может быть отправлен с разными причинами передачи.

Кроме полей *МЭК*, у всех сигналов существуют два дополнительных поля:

- 1 байт – *IsControl*. Поле *IsControl* используется как при поступлении сигналов от модуля в *CoDeSys* (увеличивается модулем при каждой отправке сигнала в *CoDeSys* и служит признаком поступления новых данных), так и при отправке сигналов в модуль (если значение сигнала не изменилось, а его необходимо передать повторно, то необходимо изменить это поле для устранения фильтрации прохождения сигналов в *CoDeSys*).

- 2 байта – резерв.

Доступ ко всем полям может быть осуществлён или по полям в структуре после преобразования в неё байтового массива сигнала, или непосредственно по смещению в байтовом массиве сигнала, в котором они располагаются в следующем порядке:

- 1 Значение сигнала.
- 2 Метка времени, если есть.
- 3 Причина передачи.
- 4 Два дополнительных поля.

1.2 Используемые стандартные идентификаторы типа ASDU

Структура, тип и формат информационных объектов одного блока данных определяются идентификатором типа ASDU.

Для определения типов информационных блоков используется специальная четырехуровневая метка:

1 уровень:

М – контрольная информация;

С – управляющая информация – команды;

Р – параметры;

2 уровень (две буквы).

3 уровень:

1 буква – наличие (**Т**), отсутствие (**Н**) метки времени;

2 буква – обозначение типа данных (**А, В, С** и т.д.).

4 уровень – цифра, показывающая какой сопутствующий стандарт определяет метку ASDU.

Иерархическая структура и мнемоника для обозначения идентификаторов типа ASDU описывается в стандартах ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 (далее – *МЭК 104*).

В модулях **МЭК 104 ТСР** реализованы следующие стандартные идентификаторы типа ASDU, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Стандартные идентификаторы типа ASDU, реализованные в модулях МЭК 104 ТСР

Название	Обозначение	Тип
Информация о процессе в направлении контроля		
Одноэлементная информация	M_SP_NA_1	001
Одноэлементная информация с меткой времени	M_SP_TA_1	002
Двухэлементная информация	M_DP_NA_1	003
Двухэлементная информация с меткой времени	M_DP_TA_1	004
Информация о положении отпаяк	M_ST_NA_1	005
Информация о положении отпаяк с меткой времени	M_ST_TA_1	006
Строка из 32 бит	M_BO_NA_1	007
Строка из 32 бит с меткой времени	M_BO_TA_1	008
Значение измеряемой величины, нормализованное значение	M_ME_NA_1	009
Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени	M_ME_TA_1	010
Значение измеряемой величины, масштабированное значение	M_ME_NB_1	011
Значение измеряемой величины, масштабированное значение с меткой времени	M_ME_TB_1	012
Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	M_ME_NC_1	013
Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени	M_ME_TC_1	014
Интегральная сумма	M_IT_NA_1	015
Интегральная сумма с меткой времени	M_IT_TA_1	016
Информация о работе релейной защиты с меткой времени	M_EP_TA_1	017
Упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени	M_EP_TB_1	018
Упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с	M_EP_TC_1	019

Таблица 1 – Стандартные идентификаторы типа ASDU, реализованные в модулях МЭК 104 ТСР

Название	Обозначение	Тип
меткой времени		
Упакованная одноэлементная информация с указателем изменения состояния	M_PS_NA_1	020
Значение измеряемой величины, нормализованное значение без описателя качества	M_ME_ND_1	021
Одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2а	M_SP_TB_1	030
Двухэлементная информация с меткой времени CP56Время2а	M_DP_TB_1	031
Информация о положении отпаяк с меткой времени CP56Время2а	M_ST_TB_1	032
Строка из 32 бит с меткой времени CP56Время2а	M_BO_TB_1	033
Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени CP56Время2а	M_ME_TD_1	034
Значение измеряемой величины, масштабированное значение с меткой времени CP56Время2а	M_ME_TE_1	035
Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2а	M_ME_TF_1	036
Интегральная сумма с меткой времени CP56Время2а	M_IT_TB_1	037
Информация о работе релейной защиты с меткой времени CP56Время2а	M_EP_TD_1	038
Упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени CP56Время2а	M_EP_TE_1	039
Упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с меткой времени CP56Время2а	M_EP_TF_1	040
Информация о процессе в направлении управления		
Однопозиционная команда	C_SC_NA_1	045
Двухпозиционная команда	C_DC_NA_1	046
Команда пошагового регулирования	C_RC_NA_1	047
Команда уставки, нормализованное значение	C_SE_NA_1	048
Команда уставки, масштабированное значение	C_SE_NB_1	049
Команда уставки, короткий формат с плавающей запятой	C_SE_NC_1	050
Строка из 32 битов	C_BO_NA_1	051
Однопозиционная команда с меткой времени CP56Время2а	C_SC_TA_1	058
Двухпозиционная команда с меткой времени CP56Время2а	C_DC_TA_1	059
Команда пошагового регулирования с меткой времени CP56Время2а	C_RC_TA_1	060
Команда уставки с меткой времени CP56Время2а, нормализованное значение	C_SE_TA_1	061
Команда уставки с меткой времени CP56Время2а, масштабированное значение	C_SE_TB_1	062
Команда уставки с меткой времени CP56Время2а, короткий формат с плавающей запятой	C_SE_TC_1	063
Строка из 32 битов с меткой времени CP56Время2а	C_BO_TA_1	064
Информация о системе в направлении контроля		
Конец инициализации	M_EI_NA_1	070
Системная информация в направлении управления		
Команда опроса *	C_IC_NA_1	100
Команда опроса счётчиков *	C_CI_NA_1	101
Команда чтения	C_RD_NA_1	102
Команда синхронизации времени	C_CS_NA_1	103
Команда тестирования	C_TS_NA_1	104
Команда сброса процесса	C_RP_NA_1	105
Команда определения запаздывания	C_CD_NA_1	106
Команда тестирования с меткой времени CP56Время2а	C_TS_TA_1	107
Параметры в направлении управления		
Параметр измеряемой величины, нормализованное значение	P_ME_NA_1	110

Таблица 1 – Стандартные идентификаторы типа ASDU, реализованные в модулях МЭК 104 ТСР

Название	Обозначение	Тип
Параметр измеряемой величины, масштабированное значение	P_ME_NB_1	111
Параметр измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	P_ME_NC_1	112
Параметр активации	P_AC_NA_1	113
П р и м е ч а н и е – * Команда опроса 100 (C_IC_NA_1) и команда опроса счетчиков 101 (C_CI_NA_1) обрабатываются модулем IEC104S без участия задачи пользователя, и поэтому нет необходимости при его конфигурировании в создании сигналов с типом 100 или 101. В ответ на команду мастера драйвер отправляет сигналы, отмеченные в конфигурации для запрашиваемой группы.		

1.3 Разновидности сигналов в направлении контроля

Сигналы в направлении контроля имеют типы *1-21*, *30-40* и *70*, отправляются из КП в ПУ. Кроме этого, ответы на параметры *110-112* могут отправляться из КП по общему опросу. Сигналы в направлении контроля могут отправляться с причинами "1" – циклическая передача, "2" – фоновое сканирование, "3" – спорадически, т.е. по изменению, "5" – по запросу командой *102* и по общему опросу или опросу группы по команде *100* с причинами "20"–"36". Для типов с интегральной суммой *15*, *16* и *37* применяется свой общий опрос по команде *101* и количеством групп *4*, а не *16*, как для команды *100*. Коды запросов и причины ответов для них тоже другие, чем для команды *100*.

П р и м е ч а н и е – Если коды запросов и причин ответов в стандарте для команды *101*, как и для команды *100*, приводятся по порядку от *37* до *41*, начиная с причины ответа для общего опроса, то код общего запроса для команды *101* QCC находится в конце после запросов счётчиков групп и имеет значение "5".

Сигнал с типом *70* отправляется только с причиной *4*.

Согласно стандарту, не у всех сигналов есть возможность быть отправленными всеми перечисленными способами, только спорадическая передача применима ко всем. В данной реализации драйвера такое ограничение не поддерживается, пользователь может задавать для сигнала в направлении контроля любые флаги отправки. Один и тот же сигнал может быть в нескольких группах общего опроса одновременно.

Согласно стандарту, существует три разновидности сигнала для передачи одного и того же значения в зависимости от типа метки времени:

- 3 байта (CP24 только для ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006);
- 7 байтов (CP56);
- без неё (см. ГОСТ, с. 136, дублированная передача объектов информации).

В данной реализации модулей это три разных сигнала. Программа пользователя может либо использовать несколько видов сигнала для отправки одного и того же значения с разными флагами отправки, либо один сигнал; в этом случае на стороне клиента необходимо будет произвести раскладку значений по разным буферам в соответствии с причиной отправки. Одно и то же значение может быть отправлено несколько раз с разными причинами передачи, причём с причиной "3" (спорадическая передача) значение должно быть отправлено раньше, чем, например, циклически, хотя оно поступило позже (см. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, таблица 16, с. 106).

И с к л ю ч е н и я :

1 Для значения NVA (см. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, пункт 7.2.6.6), кроме типов 9, 10 и 34, существует ещё и тип 21, такой же как и тип 9, но без описателя качества.

2 Для групп (17, 38), (18, 39) и (19, 40) нет типа без метки времени.

Почти все сигналы при отправке могут быть упакованы по несколько в одном пакете. Исключением являются типы 18, 19, 39 и 40, они одиночные, как и команды.

1.4 Разновидности сигналов в направлении управления

Сигналы в направлении управления имеют типы 45-51, 58-64, 100-107 и 110-113.

От сигналов в направлении контроля они отличаются тем, что на них должен быть прислан ответ, они не упаковываются по несколько в один пакет. Команды 58-64 отличаются от команд 45-51 только меткой времени CP56.

Команды могут быть с указанием адреса объекта и с адресом объекта, равным "0". К последним относятся только типы 100-107. Для типа 100 можно задать 17 команд с разным номером групп, для 101 – 5. Остальные команды существуют в единственном экземпляре для одного и того же АСДУ.

Ответ на команду 102 может быть только отказом с причиной передачи 44-47, при отсутствии отказа должен поступить сигнал с указанным адресом и причиной "5".

Значения, заданные при отправке параметров 110-112, могут отправляться из КП в ПУ по общему опросу для любой из указанных в конфигурации групп.

Большинство команд может быть отправлено как с причиной "6" (активация), так и с причиной "8" (деактивация).

Для команд с типами 45-47, 58-60 и 100-101 допускается второй ответ с причиной "10" (завершение активации). Для типов 48-51 и 61-64 этот ответ устанавливается по соглашению сторон и может отсутствовать.

1.5 Структура идентификаторов типов

Как видно из таблиц 2 и 3, сигналы состоят из небольшого количества базовых элементов: SIQ, SCD, DIQ, VTI, BSI, NVA, SVA, IEEE STD, BCR, SEP, SPE, QCI, SCO, DCO и RCO, к которым добавляются метки времени CP24 и CP56. Для нескольких сигналов (17 и 38, 18 и 39, 19 и 40) к объекту информации добавляется ещё и интервал времени CP16.

Также почти для всех типов присутствуют описатели качества QDS, QDP, QOS, QPM или QPA, которые в свою очередь состоят из нескольких битовых полей (см. стандарт). Для некоторых типов описатель качества совмещён в одном байте с базовым элементом информации (для команд 51 и 64 его нет).

В идентификаторе типа элементы расположены в следующем порядке: базовый элемент информации, описатель качества, CP16 (если есть), время (если есть).

В таблицах 2 и 3 идентификаторы типов сгруппированы по группам с одним общим объектом информации. Для удобства доступа к объектам приведены ссылки на ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

Таблица 2 – Информация о процессе в направлении контроля

Название	номер	Обозначение	время	Объект информации		Описатель качества
				Поле 1	Поле 2	
одноэлементная информация	1	M_SP_NA_1	Нет	SIQ	--	встроен в объект
	2	M_SP_TA_1	CP24	7.2.6.1		
	30	M_SP_TB_1	CP56			
упакованная одноэлементная информация с указателем изменения состояния	20	M_PS_NA_1	Нет	SCD 7.2.6.40		QDS 7.2.6.3
двухэлементная информация	3	M_DP_NA_1	Нет	DIQ	--	встроен в объект
	4	M_DP_TA_1	CP24	7.2.6.2		
	31	M_DP_TB_1	CP56			
информация о положении отпаяк	5	M_ST_NA_1	Нет	VTI	--	QDS 7.2.6.3
	6	M_ST_TA_1	CP24	7.2.6.5		
	32	M_ST_TB_1	CP56			
строка из 32 бит	7	M_BO_NA_1	Нет	BSI	--	QDS 7.2.6.3
	8	M_BO_TA_1	CP24	7.2.6.13		
	33	M_BO_TB_1	CP56			
значение измеряемой величины, нормализованное значение	9	M_ME_NA_1	Нет	NVA	--	QDS 7.2.6.3
	10	M_ME_TA_1	CP24	7.2.6.6		
	34	M_ME_TD_1	CP56			
	21	M_ME_ND_1	Нет			--
значение измеряемой величины, масштабированное значение	11	M_ME_NB_1	Нет	SVA	---	QDS 7.2.6.3
	12	M_ME_TB_1	CP24	7.2.6.7		
	35	M_ME_TE_1	CP56			
значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	13	M_ME_NC_1	Нет	IEEE	--	QDS 7.2.6.3
	14	M_ME_TC_1	CP24	STD		
	36	M_ME_TF_1	CP56	7.2.6.8		
интегральная сумма	15	M_IT_NA_1	Нет	BCR	--	байт 5 объекта
	16	M_IT_TA_1	CP24	7.2.6.9		
	37	M_IT_TB_1	CP56			
информация о работе релейной защиты	--	--	---	SEP	CP16 7.2.6. 20	встроен в объект
	17	M_EP_TA_1	CP24	7.2.6.10		
	38	M_EP_TD_1	CP56			
упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты	--	--	---	SPE	CP16 7.2.6. 20	QDP 7.2.6.4
	18	M_EP_TB_1	CP24	7.2.6.11		
	39	M_EP_TE_1	CP56			
упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты	--	--	---	QCI	CP16 7.2.6. 20	QDP 7.2.6.4
	19	M_EP_TC_1	CP24	7.2.6.12		
	40	M_EP_TF_1	CP56			

Таблица 1 – Информация о процессе в направлении управления

Название идентификатора	номер	Обозначение	время	Объект информации		Описатель качества
				Обозн-е	ссылка	
Команды без метки времени						
Однопозиционная команда	45	C_SC_NA_1	---	SCO	7.2.6.15	встроен в объект
Двухпозиционная команда	46	C_DC_NA_1	---	DCO	7.2.6.16	встроен в объект
Команда пошагового регулирования	47	C_RC_NA_1	---	RCO	7.2.6.17	встроен в объект
Уставка, нормализованное значение	48	C_SE_NA_1	---	NVA	7.2.6.6	QOS 7.2.6.39
Уставка, масштабированное значение	49	C_SE_NB_1	---	SVA	7.2.6.7	QOS 7.2.6.39
Уставка, короткий формат с плавающей запятой	50	C_SE_NC_1	---	IEEE STD	7.2.6.8	QOS 7.2.6.39
Строка из 32 бит	51	C_BO_NA_1	---	BSI	7.2.6.13	---
Команды с меткой времени						
Однопозиционная команда	58	C_SC_NA_1	CP56	SCO	7.2.6.15	встроен в объект
Двухпозиционная команда	59	C_DC_NA_1	CP56	DCO	7.2.6.16	встроен в объект
Команда пошагового регулирования	60	C_RC_NA_1	CP56	RCO	7.2.6.17	встроен в объект
Уставка, нормализованное значение	61	C_SE_NA_1	CP56	NVA	7.2.6.6	QOS 7.2.6.39
Уставка, масштабированное значение	62	C_SE_NB_1	CP56	SVA	7.2.6.7	QOS 7.2.6.39
Уставка, короткий формат с плавающей запятой	63	C_SE_NC_1	CP56	IEEE STD	7.2.6.8	QOS 7.2.6.39
Строка из 32 бит	64	C_BO_NA_1	CP56	BSI	7.2.6.13	---
Параметры						
Нормализованное значение	110	P_ME_NA_1	---	NVA	7.2.6.6	QPM 7.2.6.24
Масштабированное значение	111	P_ME_NB_1	---	SVA	7.2.6.7	QPM 7.2.6.24
Короткий формат с плавающей запятой	112	P_ME_NC_1	---	IEEE STD	7.2.6.8	QPM 7.2.6.24
Активация параметра	113	P_AC_NA_1	---	---	---	QPA 7.2.6.25

2 МАППИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ

Из управляющей программы доступ к сигналам осуществляется через переменные, назначенные сигналам в конфигурации. Такие сигналы называются смappированными, а сам процесс – маппингом (mapping).

Предусмотрено два типа маппинга:

- на новую переменную –  = Создать новую переменную. Такая переменная будет автоматически объявлена во внутреннем списке глобальных переменных *CoDeSys* (с указанным именем указанного типа);

- на существующую переменную –  = Соотнести с существующей переменной. Такая переменная должна быть объявлена пользователем.

Существует возможность выполнения маппинга на следующих закладках:

1 **Карта сигналов** – данная закладка используется для создания каналов или групп сигналов и маппирования созданных сигналов в области **Привязка и автонаименование**.

2 **Соотнесение ввода/вывода** – данная закладка используется для маппирования ранее созданных сигналов или заданных в конфигурации диагностических/статистических параметров.

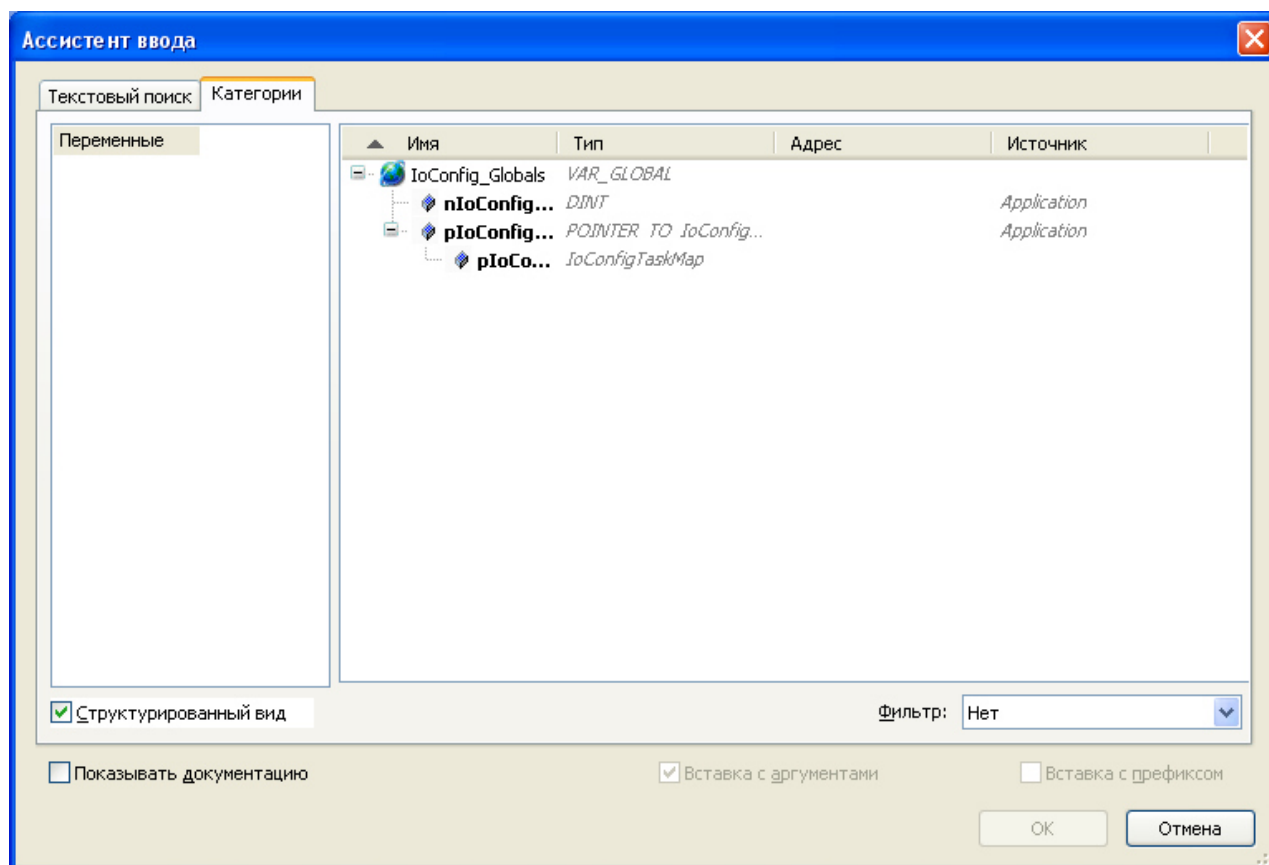


Рисунок 2 – Система разработки *CoDeSys*. Окно "Ассистент ввода"

Для того чтобы смappировать переменную, следует на закладке **Соотнесение ввода/вывода**:

- 1 В столбце **Переменная** выделить сигнал и дважды нажать левую кнопку "мыши".
- 2 Ввести имя для назначаемой переменной:
 - 2.1 для маппинга на новую переменную ввести ее имя в поле ввода.

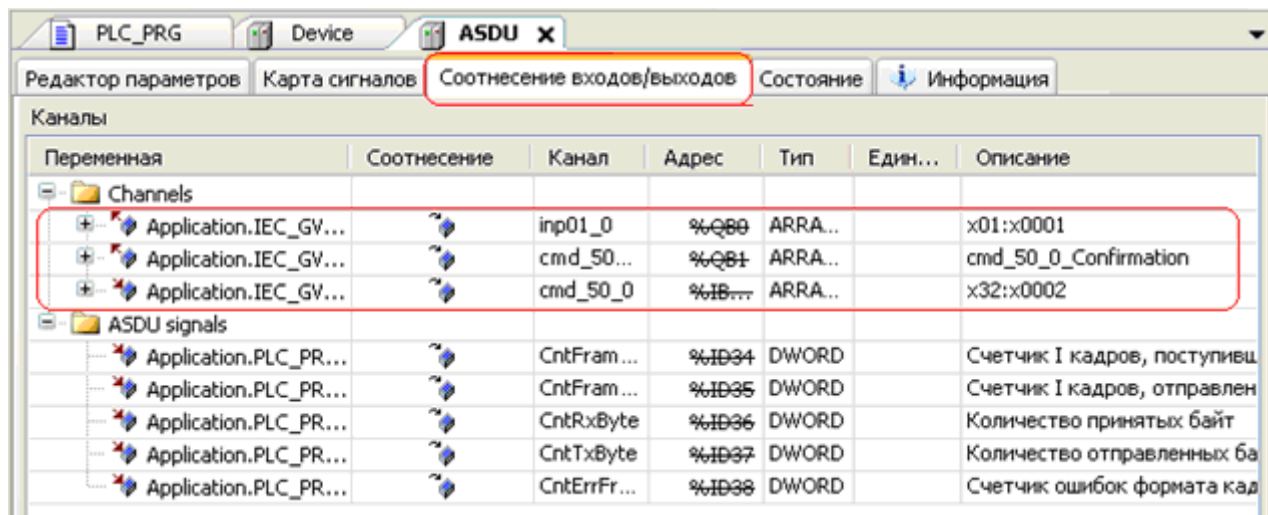
2.2 для маппинга на существующую переменную:

2.2.1 в ячейке нажать кнопку .

2.2.2 в окне "Ассистент ввода" (рисунок 2) на закладке **Категории**: в списке **Переменные** отображается список объектов, доступных в проекте. Следует выбрать нужную категорию из списка.

2.3 в области отображения переменных выбрать нужный элемент и имя переменной и нажать кнопку "ОК".

На рисунке 3 представлен пример отображения маппированных переменных.



Переменная	Соотнесение	Канал	Адрес	Тип	Един...	Описание
Channels						
Application.IEC_GV...		inp01_0	%Q80	ARRA...		x01:x0001
Application.IEC_GV...		cmd_50...	%Q81	ARRA...		cmd_50_0_Confirmation
Application.IEC_GV...		cmd_50_0	%IB...	ARRA...		x32:x0002
ASDU signals						
Application.PLC_PR...		CntFram...	%ID34	DWORD		Счетчик I кадров, поступивш
Application.PLC_PR...		CntFram...	%ID35	DWORD		Счетчик I кадров, отправлен
Application.PLC_PR...		CntRxByte	%ID36	DWORD		Количество принятых байт
Application.PLC_PR...		CntTxByte	%ID37	DWORD		Количество отправленных ба
Application.PLC_PR...		CntErrFr...	%ID38	DWORD		Счетчик ошибок формата кад

Рисунок 3 – Система разработки CoDeSys. Маппинг переменной

3 ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ МЭК 104 TCP-Slave

Модуль **МЭК 104 TCP-Slave** является программным модулем поддержки протокола **МЭК** в режиме подчиненного устройства.

Для него предусмотрено два класса передачи данных:

- *Класс 1* передачи данных – используется для передачи информации о событиях, важных сообщений с высоким приоритетом;
- *Класс 2* передачи данных – используется для передачи сообщений с низким приоритетом. Подробное описание приоритетов отправки см. в 3.1.

Модуль поддерживает передачу файлов, которые приравнены к первому классу, но отдельными настройками пользователь имеет возможность регулировать интенсивность потока, фактически устанавливая уровень приоритета передачи файлов между *классом 2* и *классом 1*.

Периодичность передачи данных *класса 1* и *класса 2* определяется параметрами **tC1** и **tC2**, соответственно. Значения параметров задаются в процессе конфигурирования контроллера. Аналогичным образом для файлов используется параметр **TF**.

На рисунке 4 представлена обобщенная процедура передачи данных в канале связи.

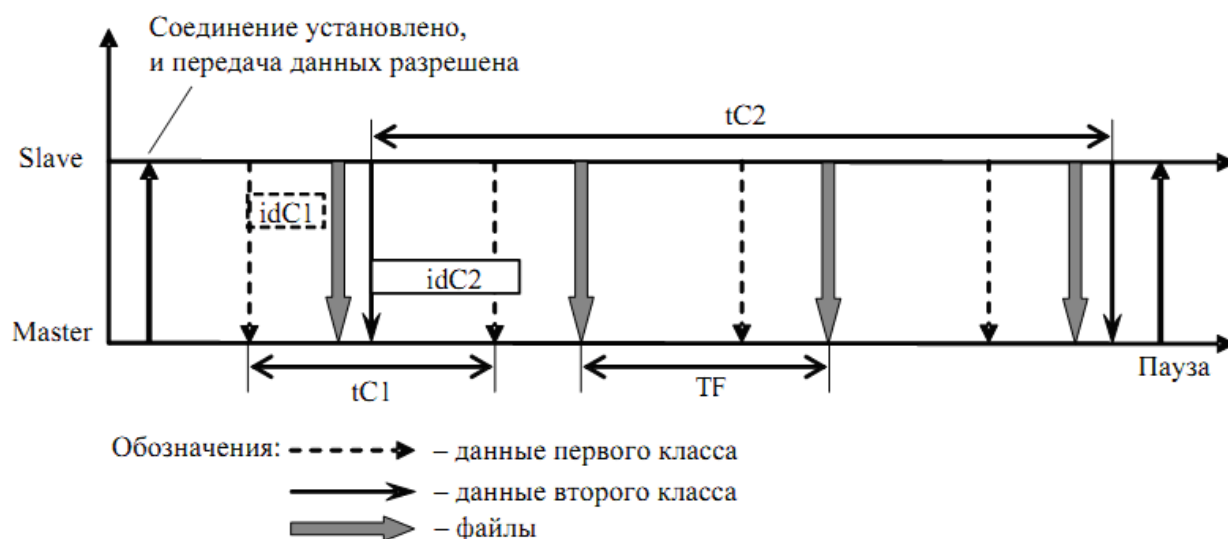


Рисунок 4 – Процедура передачи данных

Данные *класса 1* поступают в канал с периодичностью, заданной параметром **tC1**, если данные не изменялись, то передача в канал не осуществляется. Максимальное количество передаваемых данных за один период передачи определяется параметром **idC1**.

Данные *класса 2* передаются непрерывно, без учёта изменения значений сигналов, но имеется механизм ограничения этого потока. Каждые **tC2** мс в канал поставляются данные *класса 2* в объеме не более заданного параметром **idC2**. Блоки данных файлов поступают в канал с периодичностью **TF**.

Подробное описание параметров АСДУ представлено в 3.3.1.

3.1 Передача ответов от контролируемой станции

При одновременной передаче двух и более блоков ASDU, контролируемая станция отправляет блоки данных в хронологическом порядке при сохранении приоритета классов, независимо от того, какие данные появились первыми. Это означает, в частности, что сигналы, отмеченные одновременно несколькими флагами отправки, могут прийти к мастеру не в хронологическом порядке. Пользователь может назначить некоторым данным их класс заданием параметров типа передачи и групп. Например, установкой параметра отправки по изменению данному назначается первый класс, а установкой параметра отправки по циклической передаче – второй класс. При установке обоих параметров данное будет отправляться и первым классом, и вторым. При этом новое значение сигнала со спорадической причиной передачи "3" отправится раньше значения этого же сигнала с причиной передачи общего опроса 20-36 с предыдущим значением сигнала. Если мастер не имеет возможности поместить эти значения в разные буферы, то пришедшее старое значение общего опроса обновит ранее пришедшее новое спорадическое значение. Приоритеты ответов от контролируемой станции представлены в таблице 2. В данной реализации модуля к классу 1 относятся данные первых трёх приоритетов (см. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, таблица 16), а к классу 2 данные вторых трёх приоритетов.

Таблица 2 – Приоритеты ответов от контролируемой станции

Класс передачи данных по протоколу МЭК 104	Запрос ASDU (тип)	Описание	Комментарий
Класс 1 (высокий приоритет)	70	Конец инициализации работы станции	
	От 45 до 51, от 58 до 64, 100, 101	Передача команд	Ответы на команды
	От 1 до 40, 103, 106	Сообщение о событии, синхронизация часов, команда определения задержки	С причиной передачи 3
Класс 2 (низкий приоритет)	102, 104, 105, 107, от 110 до 113	Команда чтения, процедура тестирования, сброс процесса, загрузка параметра	
	100, 101	Опрос станции, передача интегральных сумм	Только данные, кадры подтверждения отправляются как ответы на команды
	1-21, 30-40 от 120 до 125	Циклическая передача данных (с причиной передачи = 1), фоновое сканирование (с причиной передачи = 2) Передача файлов ¹	
Примечание – Передача данных класса 2 и файлов может заменяться передачей данных класса 1 в соответствии с параметрами ASDU <i>iN</i> и <i>iCF</i> (см. таблицу 8)			

3.2 Параметры модуля МЭК 104 TCP-Slave

В данном подразделе представлено описание параметров программного модуля с поддержкой протокола МЭК 104 в режиме Slave. Символьное обозначение модуля, используемое в сервисной программе – **IEC104S**. В конфигурации можно задать до двух программных модулей **IEC104S**.

Настройка конфигурационных параметров осуществляется на закладке просмотра и настройки модуля **IEC104S**. Для выполнения операции следует:

1 Открыть закладку просмотра и настройки модуля **IEC104S**, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".

2 Перейти на закладку **Редактор параметров** (рисунок 5).

IEC104S x

Редактор параметров | Соотнесение входов/выходов | Состояние | Информация

Информация Модуля

Имя	Значение	Описание
ChName	iec104s	Имя канала
ChNum	3	Номер канала
ChVersion	0.0.0.2	Версия канала
ChDate	04.10.2016	Дата создания/изменения канала
Priority	11	Приоритет канала
ChDebug	135	Флаг отладки канала
RealName	no data	Имя канала фактическое
RealSoft	no data	Имя ПО фактическое
RealDate	no data	Фактическая дата создания канала
License	no data	Наличие лицензии (0 - отсутствует, 1 - присутствует)

Конфигурационные Параметры Модуля

Имя	Значение	Описание
ReasonSize	2	Размер поля 'Причина передачи'
AsduSize	2	Размер поля 'Общий адрес ASDU'
ObjectSize	3	Размер поля 'Адрес объекта информации'
T1	5000	Тайм-аут при отправке или тестировании APDU (тайм-аут подтверждения данных от клиента)
T2	1000	Тайм-аут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными (тайм-аут отправки S-сообщений клиенту)
T3	10000	Тайм-аут для ожидания блоков тестирования в случае долгого простоя
K	50	Максимальная разность между переменной состояния передачи и номером последнего подтвержденного APDU (количество неподтвержденных сообщений)
W	8	Последнее подтверждение после приема W APDU формата I (количество сообщений драйвера, полученных до отправки S-сообщений, подтвержденных)
Period	0	Период отправки диагностики, с
iLenBuffC1	100	Количество буферов для отправки данных первого класса по каналу
iLenBuffC2	100	Количество буферов для отправки данных второго класса по каналу
iLenBuffF	100	Количество буферов для отправки файлов
Start_DT	Wait	Ожидать разрешение передачи

Рисунок 5 – Модуль IEC104S. Закладка **Редактор параметров**

3 Выполнить настройку следующих параметров модуля:

- Информационные параметры – описание параметров представлено в таблице 4. Данные параметры недоступны для редактирования пользователем.

Таблица 4 – Модуль IEC104S. Информационные данные

Имя	Значение по умолчанию	Описание
ChName	<i>iec104s</i>	Имя канала
ChNum	<i>3</i>	Номер канала
ChVersion	<i>0.0.0.2</i>	Версия канала
ChDate	<i>DD.MM.YYYY</i>	Дата создания/изменения канала в формате <i>день.месяц.год</i>
Priority	<i>11</i>	Приоритет канала
ChDebug	<i>135</i>	Флаг отладки канала
RealName	<i>no data</i>	Имя канала фактическое
RealSoft	<i>no data</i>	Имя ПО фактическое
RealDate	<i>no data</i>	Фактическая дата создания канала
License	<i>no data</i>	Наличие лицензии (0 – отсутствует, 1 – присутствует)

• Конфигурационные параметры – описание параметров модуля **IEC104S** представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Модуль IEC104S. Конфигурационные параметры

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание	
<i>ReasonSize</i>	BYTE	2	Размер поля "Причина передачи". Диапазон допустимых значений: от 1 до 2	Данные параметры используются для настройки формата кадра ASDU и задают размеры полей "Причина передачи", "Общий адрес ASDU" и "Адрес объекта информации" в байтах для каждого из каналов модуля. При этом реализованы следующие ограничения: при <i>ReasonSize</i> = 2 – второй байт не используется и равен нулю (адрес инициатора не поддерживается); при <i>AsduSize</i> = 2 – второй байт не используется и равен нулю (адрес ASDU задается только от 1 до 255). В соответствии с протоколом МЭК 104 допустимыми значениями являются: 2-2-3
<i>AsduSize</i>	BYTE	2	Размер поля "Общий адрес ASDU". Диапазон допустимых значений: от 1 до 2	
<i>ObjectSize</i>	BYTE	3	Размер поля "Адрес объекта информации". Диапазон допустимых значений: от 1 до 3	
<i>T1</i>	WORD	5000	Тайм-аут при посылке или тестировании APDU (тайм-аут подтверждения данных от клиента), мс. Данный параметр задает тайм-аут ожидания подтверждения на данные или тестовый кадр. Если за этот период времени подтверждение не получено, связь разрывается. Диапазон допустимых значений: от 100 до 15 000	

Таблица 5 – Модуль IEC104S. Конфигурационные параметры

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание
<i>T2</i>	WORD	<i>1000</i>	Тайм-аут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными (тайм-аут посылки S-сообщений клиенту), мс. Параметр <i>T2</i> задает тайм-аут на отправку подтверждения о приеме кадра, т.е. при получении кадра за это время должно быть отправлено подтверждение. Значение параметра <i>T2</i> всегда должно быть меньше значения параметра <i>T1</i> . Диапазон допустимых значений: от 50 до 10 000
<i>T3</i>	WORD	<i>10000</i>	Тайм-аут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя, мс. Если в течение указанного периода нет обмена данными, потребителю отправляется тестовый кадр для проверки связи. Диапазон допустимых значений: от 1000 до 30 000
<i>K</i>	BYTE	<i>50</i>	Максимальная разность между переменной состояния передачи и номером последнего подтвержденного APDU (количество неподтвержденных сообщений (максимальная очередь)). С помощью данного параметра задается максимальное количество отсылаемых без подтверждения кадров. Когда количество неподтвержденных кадров становится равно <i>K</i> , передача приостанавливается до получения подтверждения. Диапазон допустимых значений: от 1 до 100
<i>W</i>	BYTE	<i>8</i>	Последнее подтверждение после приёма <i>W</i> APDU I-формата (количество сообщений драйвера, полученных до отправки S-сообщений, когда нет готовых к отправке I-сообщений или максимальное количество принятых неподтвержденных кадров). Параметр <i>W</i> задает максимально возможное количество принятых кадров, которые могут быть оставлены без подтверждения. После того, как число полученных кадров достигает значения <i>W</i> , обязательно отправляется подтверждение. Значение параметра <i>W</i> не может превышать заданного значения параметра <i>K</i> более чем на 2/3. Диапазон допустимых значений: от 1 до 100
<i>Period</i>	WORD	<i>0</i>	Период, с. Данный параметр задает период передачи данных диагностики. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535. При значении, равном "0", диагностика не выдается
<i>iLenBuffC1</i>	BYTE	<i>100</i>	Количество буферов для отправки данных первого класса по каналу. Диапазон допустимых значений: от 2 до 100
<i>iLenBuffC2</i>	BYTE	<i>100</i>	Количество буферов для отправки данных второго класса по каналу. Диапазон допустимых значений: от 2 до 100
<i>iLenBuffF</i>	BYTE	<i>100</i>	Количество буферов для отправки файлов. Задает размер буфера на отправку файлов. Диапазон допустимых значений: от 2 до 100

Таблица 5 – Модуль IEC104S. Конфигурационные параметры

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание
<i>Start_DT</i>	Enumeration of BYTE	<i>Wait</i>	Разрешение подчинённому устройству начинать передачу данных без разрешения мастера, т.к. по ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 (пункт 5.3) мастер может приостанавливать поток данных от сервера чередованием посылок команд <i>StopDt</i> и <i>StartDt</i> . Допустимые значения: <i>Wait</i> –ждать команду <i>StartDt</i> ; <i>Not wait</i> – не ждать команду <i>StartDt</i>

На рисунке 6 представлен вид закладки **Соотнесение входов/выходов** программного модуля **IEC104S** с диагностическими сигналами, описание которых представлено в таблицах 6 и 7.

Переменная	Соотнесение	Канал	Адрес	Тип	Единица	Описание
Diagnostic Signals						
Application.PLC_PRG.Link		Link	%ID25	DWORD		Статус связи с опросчиком: 1 - связ...
Application.PLC_PRG.ConnCnt		ConnCnt	%ID26	DWORD		Счетчик подключений к сети
Application.PLC_PRG.DisconCnt		DisconCnt	%ID27	DWORD		Счетчик разрывов
Application.PLC_PRG.U_S_CntFrameIn		CntFrameIn	%ID28	DWORD		Счетчик S и U кадров, поступивших...
Application.PLC_PRG.U_S_CntFrameOut		CntFrameOut	%ID29	DWORD		Счетчик S и U кадров, отправленных...
Application.PLC_PRG.U_S_CntGluedFra...		CntGluedFrames	%ID30	DWORD		Счетчик склеенных кадров
Application.PLC_PRG.CNT_T1		Cnt_T1	%ID31	DWORD		Счетчик обрывов связи по таймаут...
Application.PLC_PRG.CNT_T3		Cnt_T3	%ID32	DWORD		Счетчик обрывов связи по таймаут...
Application.PLC_PRG.CNT_NC		Cnt_NC	%ID33	DWORD		Счетчик отказов отправки кадра се...
Application.PLC_PRG.Internal_Defect		Internal_Defect	%ID34	DWORD		Внутренние неполадки (для служеб...
Diagnostic						
		cstatus	%ID35	UDINT		Статус работы канала
		chstat	%ID36			Статистика работы канала
		libstat	%ID42			Статистика работы библиотеки кан...

Рисунок 6 – Модуль IEC104S. Закладка **Соотнесение входов/выходов**

Таблица 6 – Модуль IEC104S. Диагностические сигналы

Имя	Тип	Описание
<i>cstatus</i>	UDINT	Текущее состояние работы канала. Допустимые значения сигнала: <i>0</i> – нормальный режим работы; <i>1</i> – ошибка работы канала
<i>chstat</i> – статистика работы модуля (тип EleSyTypes.chstat):		
<i>rx_cnt</i>	UDINT	Счетчик принятых кадров
<i>rx_bad_frames</i>	UDINT	Счетчик ошибок по приему кадров
<i>rx_double_frames</i>	UDINT	Счетчик принятых кадров дублем
<i>tx_cnt</i>	UDINT	Счетчик переданных кадров
<i>tx_bad_frames</i>	UDINT	Счетчик ошибок по передаче кадров
<i>tx_double_frames</i>	UDINT	Счетчик переданных кадров дублем
<i>libstat</i> – статистика работы библиотеки канала (тип EleSyTypes.libstat):		
<i>rx_overflow</i>	UDINT	Счетчик переполнения входной передачи
<i>tx_overflow</i>	UDINT	Счетчик переполнения выходной передачи

Таблица 7 – Модуль IEC104S. Выходные сигналы

Имя	Тип	Описание	
Link	DWORD	Статус связи с опросчиком: 0 – связь не установлена; 1 – связь установлена	
ConnCnt	DWORD	Счетчик подключений к сети	
DisconCnt	DWORD	Счетчик разрывов связи	
CntFrameIn	DWORD	Счетчик S- и U-кадров, поступивших от клиента (потребителя)	Данные сигналы поступают для всех модулей ASDU. Учёт I-кадров выполняется всеми модулями ASDU с помощью их диагностических сигналов
CntFrameOut	DWORD	Счетчик S- и U-кадров, отправленных клиенту (потребителю)	
CntGluedFrames	DWORD	Счетчик склеенных кадров. Модуль IEC104S получает кадры в виде буфера с указанным размером, считывает в полученном буфере заголовок IEC-кадра, в котором находится размер кадра в байтах. Затем происходит обработка данного кадра, и от размера буфера вычитается размер кадра. Если результат вычитания больше нуля, значит в буфере есть ещё кадры. При этом и происходит увеличение диагностического сигнала CntGluedFrames	
Cnt_T1	DWORD	Счетчик обрывов связи по тайм-ауту T1 по инициативе ведомой станции. Сигнал служит для подсчета количества разрывов соединения по истечению тайм-аута, инициированного потребителем	
Cnt_T3	DWORD	Счетчик обрывов связи по тайм-ауту T3 по инициативе ведомой станции. Сигнал служит для подсчета количества разрывов соединения по истечению тайм-аута, инициированного потребителем	
Cnt_NC	DWORD	Счетчик отказов отправки кадра сетевой компонентой	
Internal Defect	DWORD	Внутренние неполадки (для служебного пользования)	

3.3 Модуль ASDU (МЭК 104 Slave)

Для получения данных от потребителя и отправки данных в канал связи для доставки потребителю задаются выходные и входные сигналы модуля. Набор таких сигналов определяется при создании конфигурации, в структуру которой входит модуль **ASDU** (см. рисунок 7).

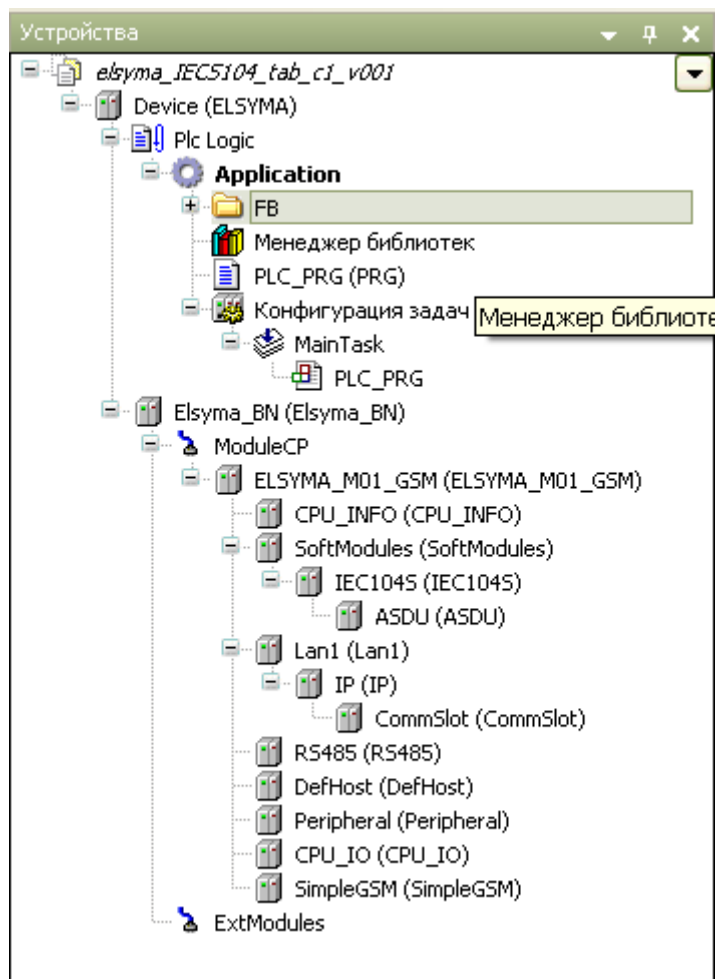


Рисунок 7 – Структура модуля МЭК 104 TCP-Slave

Модуль **ASDU**, входящий в состав программного модуля **IEC104S**, является структурой данных с определенным составом сигналов и параметрами их передачи. В конфигурации можно задать до четырех модулей **ASDU** для каждого программного модуля **IEC104S**. Общее количество сигналов в конфигурации модуля не должно превышать 1000.

Символьное обозначение модуля, используемое в сервисной программе – **ASDU**.

Настройка работы модуля **ASDU** в системе *CoDeSys* состоит из следующих этапов:

- 1 Настройка конфигурационных параметров (см. 3.3.1).
- 2 Конфигурирование передачи данных по протоколу *МЭК 104* (см 3.3.2).
- 3 Соотнесение сигналов (см. 3.3.3).

3.3.1 Настройка конфигурационных параметров модуля IEC ASDU

Настройка конфигурационных параметров осуществляется на закладке просмотра и настройки модуля **ASDU**. Для выполнения операции следует:

- 1 Открыть закладку просмотра и настройки модуля **ASDU**, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".

2 Перейти на закладку **Редактор параметров** (рисунок 8).

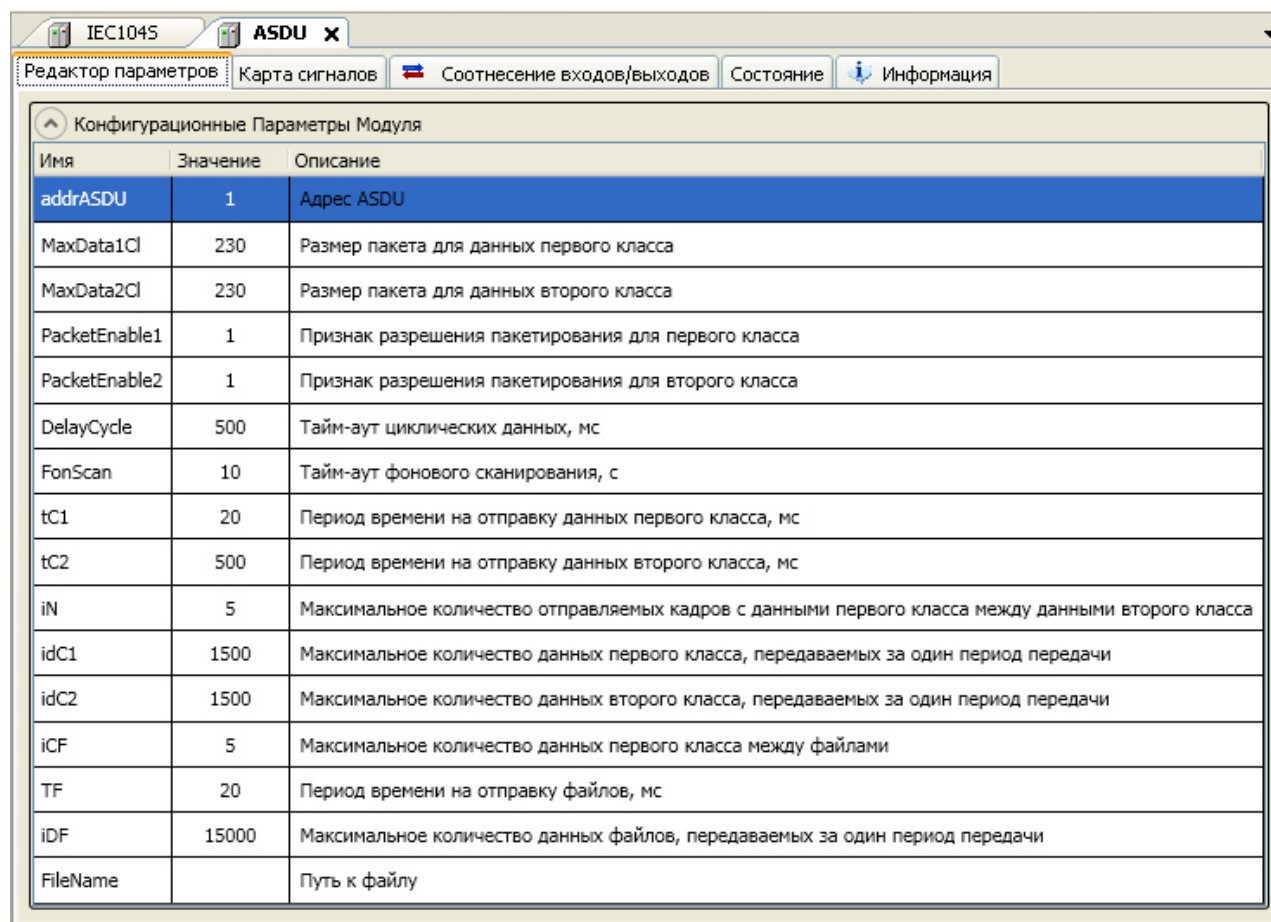


Рисунок 8 – Модуль ASDU. Закладка Редактор параметров

3 Настроить конфигурационные параметры модуля. Описание параметров представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Модуль IEC_ASDU. Конфигурационные параметры

Имя	Значение по умолчанию	Описание
<i>addrASDU</i>	<i>1</i>	Адрес ASDU, байт. Данный параметр содержит адрес данных прикладного уровня (логический адрес подчиненного устройства). Диапазон допустимых значений для стандартного размера адреса АСДУ: от 1 до 65535
<i>MaxData1Cl</i>	<i>230</i>	Размер пакета для данных первого класса, байт. Диапазон допустимых значений: от 39 до 232
<i>MaxData2Cl</i>	<i>230</i>	Размер пакета для данных второго класса, байт. Диапазон допустимых значений: от 39 до 232
		С помощью данных параметров задается размер пакета для данных первого и второго класса соответственно, т.е. максимальная длина блока данных пользователя, передаваемого по каналу связи (величина передаваемого по каналу пакета на 14 байт больше за счет служебных байт). Параметры используются при пакетировании данных (см. параметры <i>PacketEnable1</i> и <i>PacketEnable2</i>)

Таблица 8 – Модуль IEC_ASDU. Конфигурационные параметры

Имя	Значение по умолчанию	Описание	
<i>PacketEnable1</i>	<i>1</i>	Признак разрешения пакетирования для <i>1</i> класса. Диапазон допустимых значений: от <i>0</i> до <i>1</i>	С помощью данных параметров задается признак разрешения пакетирования данных: <i>0</i> – пакетирование не выполняется; <i>1</i> – пакетирование выполняется
<i>PacketEnable2</i>	<i>1</i>	Признак разрешения пакетирования для <i>2</i> класса. Диапазон допустимых значений: от <i>0</i> до <i>1</i>	
<i>DelayCycle</i>	<i>500</i>	Тайм-аут циклических данных, мс. Данный параметр определяет паузу между постановками на передачу всей группы циклических данных. Поставленные в очередь сигналы передаются опросчику в соответствии с интервалом отправки второго класса (параметр <i>tC2</i>). Количество сигналов, отправляемых на один запрос, зависит от размера пакета данных второго класса (параметр <i>MaxData2C1</i>). Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>65 535</i>	
<i>FonScan</i>	<i>10</i>	Тайм-аут фонового сканирования, с. Данный параметр определяет интервал постановки в очередь на передачу группы сигналов фонового сканирования. Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>1200</i>	
<i>tC1</i>	<i>20</i>	Период времени на отправку данных первого класса, мс	Параметры <i>tC1</i> , <i>tC2</i> определяют периоды, через которые ставятся на передачу данные первого и второго класса соответственно. Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>65 535</i>
<i>tC2</i>	<i>500</i>	Период времени на отправку данных второго класса, мс	
<i>iN</i>	<i>5</i>	Максимальное количество отправляемых кадров с данными первого класса между данными второго класса. Данный параметр <i>iN</i> задает максимальное количество кадров с данными первого класса, передаваемых между данными второго класса, т.е. хотя бы каждый <i>iN</i> -й передаваемый кадр должен быть с данными второго класса. Диапазон допустимых значений: от <i>5</i> до <i>100</i>	
<i>idC1</i>	<i>1500</i>	Максимальное количество данных первого класса, передаваемых за один период передачи. Диапазон допустимых значений: от <i>255</i> до <i>50 000</i>	
<i>idC2</i>	<i>1500</i>	Максимальное количество данных второго класса, передаваемых за один период передачи. Диапазон допустимых значений: от <i>20</i> до <i>50 000</i>	
<i>iCF</i>	<i>5</i>	Максимальное количество данных первого класса между файлами. При одновременном наличии данных первого класса и файлов данный параметр задает максимальное количество циклов передачи данных первого класса, после чего разрешается передача одной части файла. Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>20</i>	
<i>TF</i>	<i>20</i>	Период времени на отправку файлов, мс. Определяет период, через который файлы ставятся на передачу. Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>65 535</i>	
<i>iDF</i>	<i>15000</i>	Максимальное количество данных (частей, сегментов) файлов, передаваемых за один период передачи. Диапазон допустимых значений: от <i>255</i> до <i>50 000</i>	
<i>FileName</i>	<i>"</i>	Путь к файлу. Задается путь к файлу модуля, данные которого необходимо получить	

Модуль **ASDU** имеет набор выходных сигналов, отображающихся на закладке **Соотнесение входов/выходов** (рисунок 9), описание которых представлено в таблице 9.

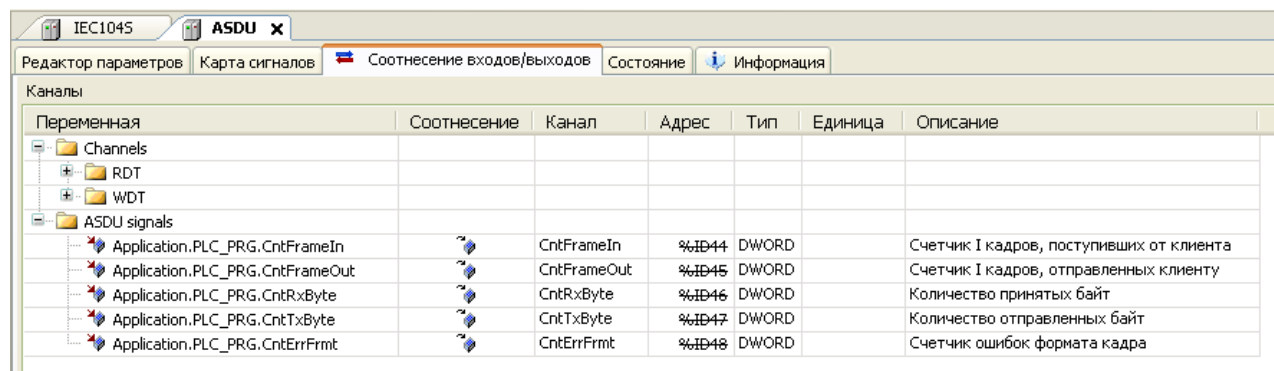


Рисунок 9 – Модуль ASDU. Закладка *Соотнесение входов/выходов*

Таблица 9 – Модуль ASDU. Выходные сигналы

Имя	Тип	Описание
<i>CntFrameIn</i>	DWORD	Счетчик I-кадров, поступивших от клиента (потребителя)
<i>CntFrameOut</i>	DWORD	Счетчик I-кадров, отправленных клиенту (потребителю)
<i>CntRxByte</i>	DWORD	Количество принятых байт
<i>CntTxByte</i>	DWORD	Количество отправленных байт
<i>CntErrFrmt</i>	DWORD	Счетчик ошибок формата кадра

Примечание – При ненормальных ответах на команду счетчик ASDU *CntErrFrmt* увеличивается.

3.3.2 Конфигурирование передачи данных по МЭК 104

3.3.2.1 Группы и секции

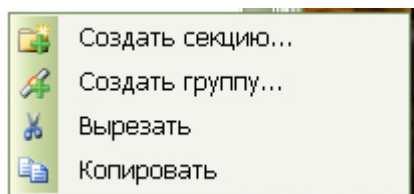
Формирование сигналов для чтения/записи данных по протоколу МЭК 104 осуществляется через создание групп сигналов и их атрибутов, описывающих один непрерывный блок данных. Группы сигналов могут быть логически объединены в секции.

Для работы с группами и секциями используются следующие операции:

- Создание секции или группы.
- Редактирование (имени секции или атрибутов группы в зависимости от контекста).
- Копирование (для вставки в такой же модуль в конфигурации).
- Удаление.

Для выполнения операции следует:

- Вызвать закладку просмотра и настройки данных модуля, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".
- Выбрать закладку **Карта сигналов**.
- Вызвать контекстное меню и выбрать соответствующую команду.



Секции не формируют древовидную структуру групп сигналов, они лишь объединяют группы сигналов для наглядности.

Группа сигналов *МЭК 104* имеет следующие атрибуты (рисунок 10):

- **Имя** – задает условное название блока данных;
- **Стартовый адрес** – определяет положение непрерывной области адресов, в которой располагаются данные;
- **Количество данных** – определяет количество данных в группе;
- **Тип данных** – идентификатор типа по стандарту для группы данных;
- **Описание**.

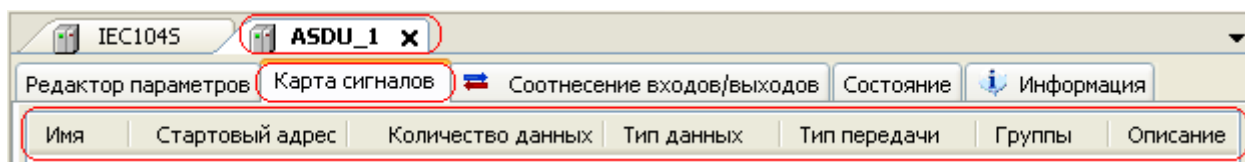


Рисунок 10 – Модуль IEC_ASDU. Атрибуты карты сигналов

При двойном нажатии левой кнопки "мыши" в области отображения значений любого атрибута открывается окно редактирования **"Редактор канала"**, описание которого представлено в 3.3.2.3.

3.3.2.2 Назначение переменных и имен сигналам группы

При создании группы сигналов предоставляется возможность назначить сигналам новую или существующую переменную, а также возможность задать параметры для автоматического формирования имен структуры (автонаименования). Формирование имен осуществляется на основе шаблонов имен, представляющих собой произвольные комбинации служебных последовательностей (таблица 10) и обычных символов в соответствии с разрешенными в IEC 61131-3 символами для имен переменных.

Таблица 10 – Символьные последовательности для шаблонов имен

Название	Обозначение	Пример	Описание
Имя канала	%CHANNEL%	Channel3	Заданное имя канала
Код протокольного типа (hex)	%PTYPE_X%	x03	Код сегмента данных (в выбранном формате)
Код протокольного типа (dec)	%STYPE_D%	03	
Тип данных (IEC 61131-3)	%TYPE%	SIGNAL_REAL_T	Тип данных сигнала
Текущий адрес сигнала (hex)	%CURADDR_X%	x01	Адрес сигнала (в выбранном формате)
Текущий адрес сигнала (dec)	%CURADDR_D%	1	
Номер сигнала в канале (hex)	%NUM_X%	x0000	Номер сигнала в канале (в выбранном формате)
Номер сигнала в канале (dec)	%NUM_D%	0	

3.3.2.3 Порядок формирования групп сигналов

Для создания групп сигналов следует:

1 Вызвать закладку просмотра и настройки данных модуля, выделив имя модуля **ASDU** в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".

2 Выбрать закладку **Карта сигналов**.

3 Вызвать контекстное меню и выбрать команду *Создать группу...*

4 В окне "**Редактор канала**" (рисунок 13) в поле *Имя:* задать имя группы, в поле *Описание:* текстовое описание группы.

5 Задать атрибуты группы с помощью элементов группы *Параметры канала:*

5.1 В списке *Протокольный тип:* выбрать необходимый идентификатор типа сигнала, поступающего от модуля в ЦП. Возможные варианты идентификаторов типа ASDU представлены в таблице 1.

5.2 Настроить необходимые параметры в зависимости от выбранного идентификатора типа сигнала, который выбирается пользователем в соответствии с определенной задачей пользователя:

◇ *формирование сигнала информации о процессе в направлении контроля* (типы 001-040) (см. 3.3.2.3.1);

◇ *формирование сигнала информации о процессе в направлении управления* (типы 045-051, 058-064), параметр активации (тип 113) (см. 3.3.2.3.2);

◇ *формирование сигнала в направлении управления команды чтения* (тип 102) (см. 3.3.2.3.3)

◇ *формирование сигнала информации о системе в направлении контроля* (тип 70) (см. 3.3.2.3.4);

◇ *формирование команды синхронизации времени* (тип 103) (см. 3.3.2.3.5);

◇ *формирование команды тестирования и команды тестирования с меткой времени CP56Время2а* (типы 104, 107) (см. 3.3.2.3.6);

◇ *формирование сигнала с параметрами в направлении управления* (типы 110-112) (см. 3.3.2.3.7).

Сигналы с типом *100 (команда опроса)-101 (команда опроса счетчиков)* и *120-125 (передача файлов)* не создаются, т.к. модуль автоматически организует отправку кадров указанных типов мастеру (без участия задач пользователя).

5.3 С помощью счетчика *Стартовый адрес:* и *Количество данных:* установить начальный адрес блока данных и количество данных в блоке.

6 Настроить параметры привязки и автонаименования:

6.1 Нажать кнопку

▼ Привязка и автоименование

6.2 В группе переключателей *Тип привязки:* (рисунок 11) указать способ формирования переменной:

◇ *Новая переменная* – при создании сигнала в контроллере создается новая переменная в списке глобальных переменных (GVL) с именем, совпадающим с именем сигнала. Но данная переменная не отображается в списке глобальных переменных;

◇ *Существующая переменная (GVL)* – при создании сигналу назначается существующая переменная из GVL.

При выборе данного переключателя следует указать список глобальных переменных, в котором содержится переменная с таким именем (см. 6.4).

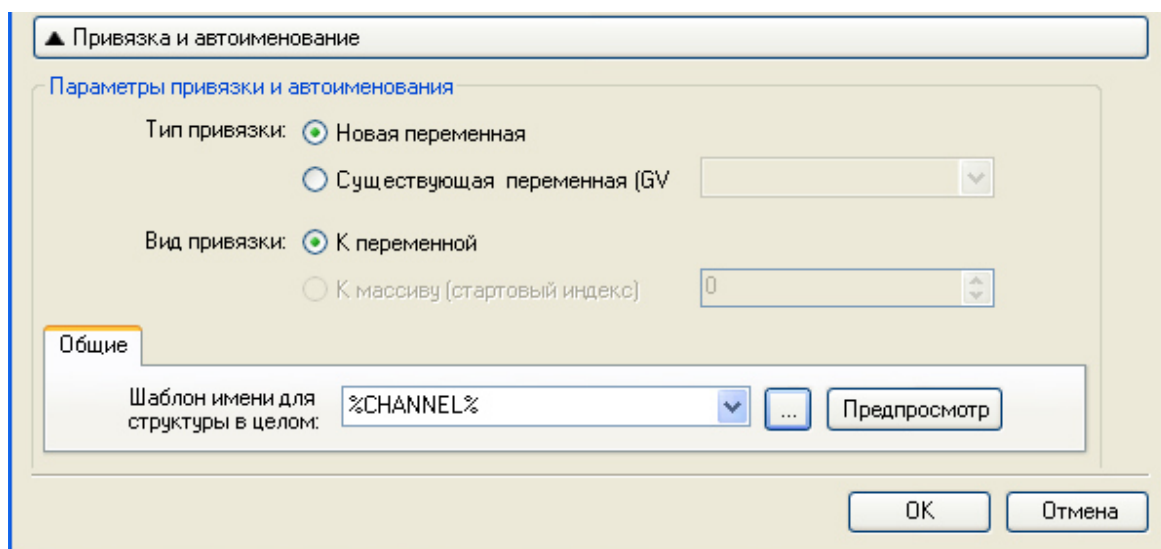


Рисунок 11 – Модуль ASDU. Задание параметров привязки и автоименования

6.3 В группе переключателей **Вид привязки:** определить тип назначаемой переменной:

♦ **К переменной**

♦ **К массиву (стартовый индекс)**

При выборе данного переключателя с помощью счетчика следует указать стартовый индекс элемента массива, с которого будет осуществляться привязка сигналов;

6.4 Задать шаблоны имен сигналов на закладке **Общие**. Для выбора предопределенной последовательности используется кнопка , а для предварительного просмотра результата – кнопка .

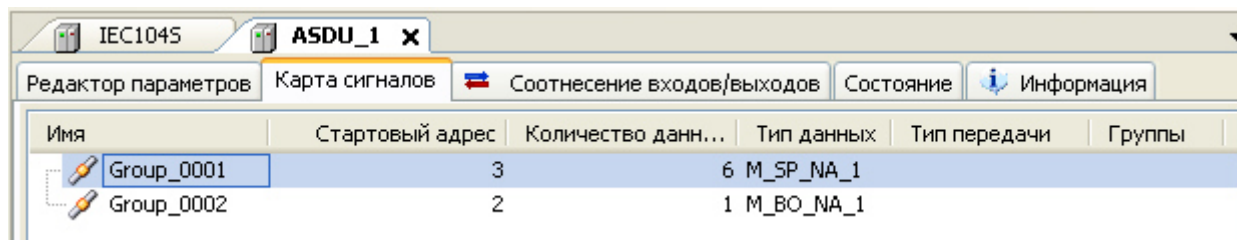
При установке флага **Существующая переменная (GVL)** в группе переключателей **Тип привязки:** в поле **Шаблон имени для структуры в целом:** необходимо задать шаблон имени существующей переменной.

Существующие форматы предопределенной последовательности для формирования имени сигнала описаны в таблице 10.

Если шаблон имени не задан, то глобальные переменные не формируются. При этом необходимо вручную смappare переменные (см. раздел 2).

7 Нажать кнопку "OK".

В результате будет создана группа с указанными атрибутами (рисунок 12). Для просмотра сигналов канала следует перейти на закладку **Соотнесение входов/выходов** для модуля **ASDU** – рисунок 3.

Рисунок 12 – Модуль ASDU. Закладка *Карта сигналов*

3.3.2.3.1 Формирование сигнала информации о процессе в направлении контроля (типы 001-040)

Для сигналов с типом **001-040** (рисунок 13) необходимо настроить следующие параметры:

1 В группе **Группы** задать принадлежность сигнала к группе опроса, установив флаг в соответствующем номере группы опроса, код причины 20-36 или 1-4 для интегральных сумм (типы 15, 16, 37).

2 В группе Причина **передачи** выбрать тип передачи данных. Группа содержит следующие флаги:

2.1 **Общий опрос** – передача данных мастеру по общему опросу. При установке данного флага существует возможность передачи данных, не предусмотренных в ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, код причины 20 или 5 для интегральных сумм (типы 15, 16, 37);

2.2 **Фоновое сканирование** – передача ТС и ТИТ с определенным интервалом времени, задаваемым параметром **FonScan** (таблица 8), код причины 2;

2.3 **Циклическая передача** – передача данных с задержкой между отправкой кадров, задаваемой параметром **DelayCycle** (таблица 8), код причины 1;

2.4 **Спорадическая передача** – передача данных, инициируемая процессом пользователя при возникновении событий (изменений данных), код причины 3.

Примечание – Передача данных класса 2 и файлов может заменяться передачей данных класса 1 в соответствии с параметрами ASDU **iN** и **iCF** (см. таблицу 8).

Редактор канала

Имя: inp01

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 001 (M_SP_NA_1)

Стартовый адрес: 1

Количество данных: 1

Группы

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16

Причина передачи

☐ Циклическая передача (причина передачи 1)

☒ Общий опрос

☐ Фоновое сканирование (причина передачи 2)

☒ Спорадическая передача (причина передачи 3)

▼ Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 13 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типов 001-040

3.3.2.3.2 Формирование сигнала информации о процессе в направлении управления (045-051, 058-064, 113)

Для сигналов в направлении управления можно обеспечить контроль прохождения на уровне канала передачи данных посредством передачи сигналов подтверждения в задачу пользователя. Для этого у сигналов с типом **045-051, 058-064, 113** (рисунок 14) необходимо в группе **Причина передачи** установить флаг **Создать сигнал подтверждения**, что приведёт к созданию дополнительного сигнала подтверждения, передаваемого от КП в ответ на сигнал команды. Данный сигнал будет иметь то же имя, что и основной, но с постфиксом "_Confirmation".

ВАЖНО! Сигналы подтверждения поддерживаются не всеми типами КП, а также передача сигналов подтверждения может быть запрещена конфигурацией КП.

Рисунок 14 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типов 045-051, 058-064, 113

Для нормальной работы ПУ, как правило, требуется сформировать ответ в КП, являющийся копией команды, но с другой причиной передачи (таблица 11).

Таблица 11

Запрос	Ответ	Комментарий
5	Нет	Только для команды чтения 102
6	7, [10]	Завершение активации (10) может быть не для всех команд
8	9	Используется для отмены уже посланной команды

Команды могут быть одноактными (выполняющимися за один раз) и двухактными, состоящими из подготовки и выполнения, в зависимости от бита S/E ("select"/"execute")

в описателе команды уставки QOS. Например, в командах 51 и 64 этого описателя нет, поэтому они выполняются всегда за один раз.

Для того, чтобы сформировать и отправить ответ, необходимо:

- 1 Скопировать все поля команды в поля структуры функционального блока ответа.
- 2 Заполнить поле причины в структуре функционального блока необходимым значением.
- 3 Изменить поле *iscontrol* для того, чтобы команда была доставлена модулю из *CoDeSys*.
- 4 Преобразовать структуру функционального блока в байтовый массив, связанный с каналом.

Если нет синхронизации взаимодействия ПУ и КП методом «запрос – ответ – следующий запрос и т.д.», т.е. ПУ может прислать несколько команд подряд, не дожидаясь ответа от КП, то необходимо выделить в КП несколько буферов для поступающих команд, чтобы следующая команда не заменяла предыдущую. В частности, это касается двухактных команд. Если в ПУ не предполагается ожидания ответа, то вторая команда с кодом "execute" может обновить (заменить) первую с кодом "select", если цикл задачи в КП достаточно большой по отношению к интервалу отправки команд от КП.

3.3.2.3.3 Формирование сигнала в направлении управления команды чтения (тип 102)

Для сигналов с типом **102** (рисунок 15) поле **Стартовый адрес:** в группе **Параметры канала** может принимать только нулевое значение. При этом поле **Количество данных:** недоступно для редактирования.

Редактор канала

Имя: Group_0001

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 102 (C_RD_NA_1)

Стартовый адрес: 0

Количество данных: 1

☐ Причина передачи

☐ Общий опрос

▼ Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 15 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типа 102

3.3.2.3.4 Формирование сигнала информации о системе в направлении контроля (тип 70)

Для сигналов с типом **70** (рисунок 16) поле **Стартовый адрес:** в группе **Параметры канала** может принимать только нулевое значение. При этом поле **Количество данных:** недоступно для редактирования.

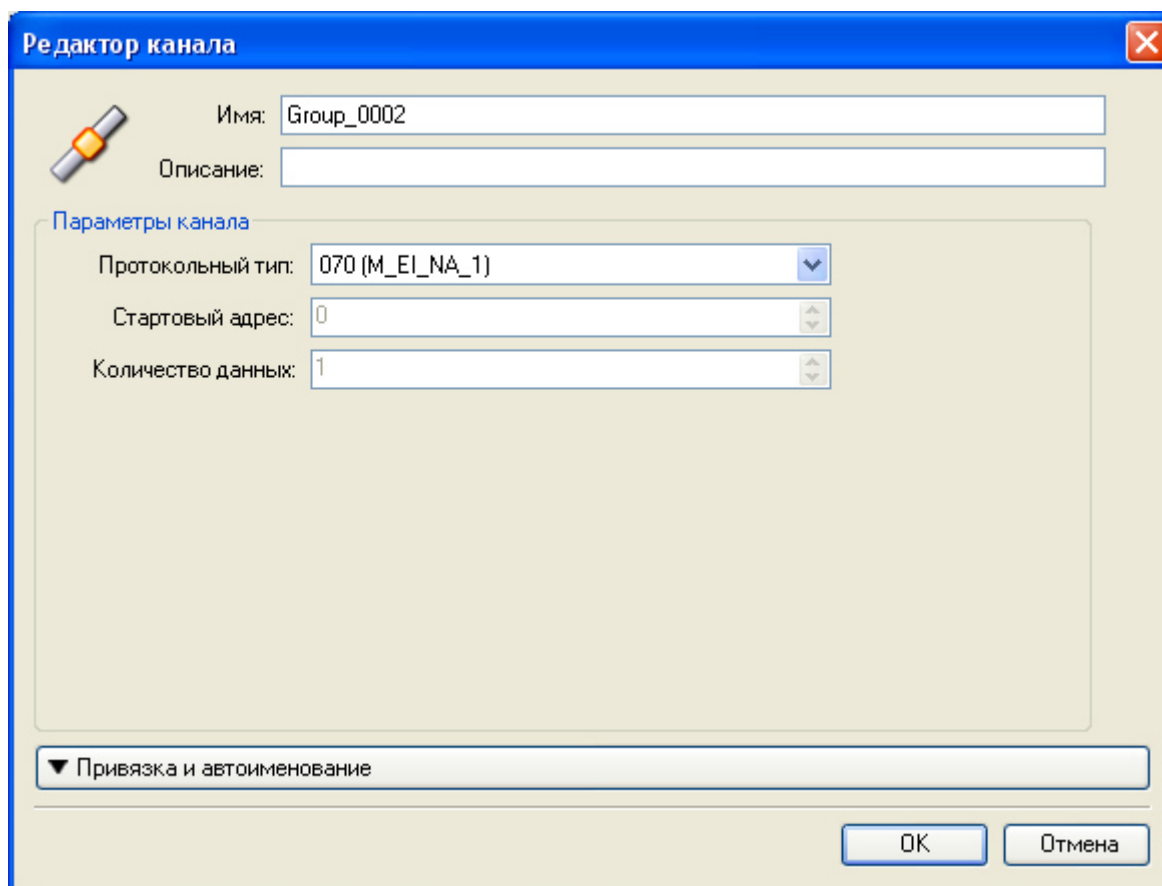


Рисунок 16 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типа 70

3.3.2.3.5 Формирование команды синхронизации времени и команды определения запаздывания (103 и 106)

Для сигналов с типом **103, 106** (рисунок 17) поле **Стартовый адрес:** в группе **Параметры канала** может принимать только нулевое значение. При этом поле **Количество данных:** недоступно для редактирования.

В группе **Причина передачи** необходимо выбрать тип передачи данных. Группа содержит следующие флаги:

- **Создать сигнал подтверждения** – создание дополнительного сигнала подтверждения о поступлении сигнала команды. Данный сигнал будет иметь то же имя, что и основной, но с постфиксом "_Confirmation";
- **Спорадическая передача (причина передачи 3)** – передача данных, инициируемая процессом пользователя при возникновении событий изменений данных.

Редактор канала

Имя: Group_0003

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 103 (C_CS_NA_1)

Стартовый адрес: 0

Количество данных: 1

☒ Причина передачи

☒ Создать сигнал подтверждения

☐ Общий опрос

☐ Циклическая передача (причина передачи 1)

☐ Фоновое сканирование (причина передачи 2)

☐ Сporадическая передача (причина передачи 3)

▼ Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 17 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типов 103, 106

3.3.2.3.6 Тестовые команды 104, 107

Для сигналов с типом **104, 107** (рисунок 18) поле **Стартовый адрес:** в группе **Параметры канала** может принимать только нулевое значение. При этом поле **Количество данных:** недоступно для редактирования.

В группе **Причина передачи** установить флаг **Создать сигнал подтверждения** для создания дополнительного сигнала подтверждения о поступлении сигнала команды. Данный сигнал будет иметь то же имя, что и основной, но с постфиксом **"_Confirmation"**.

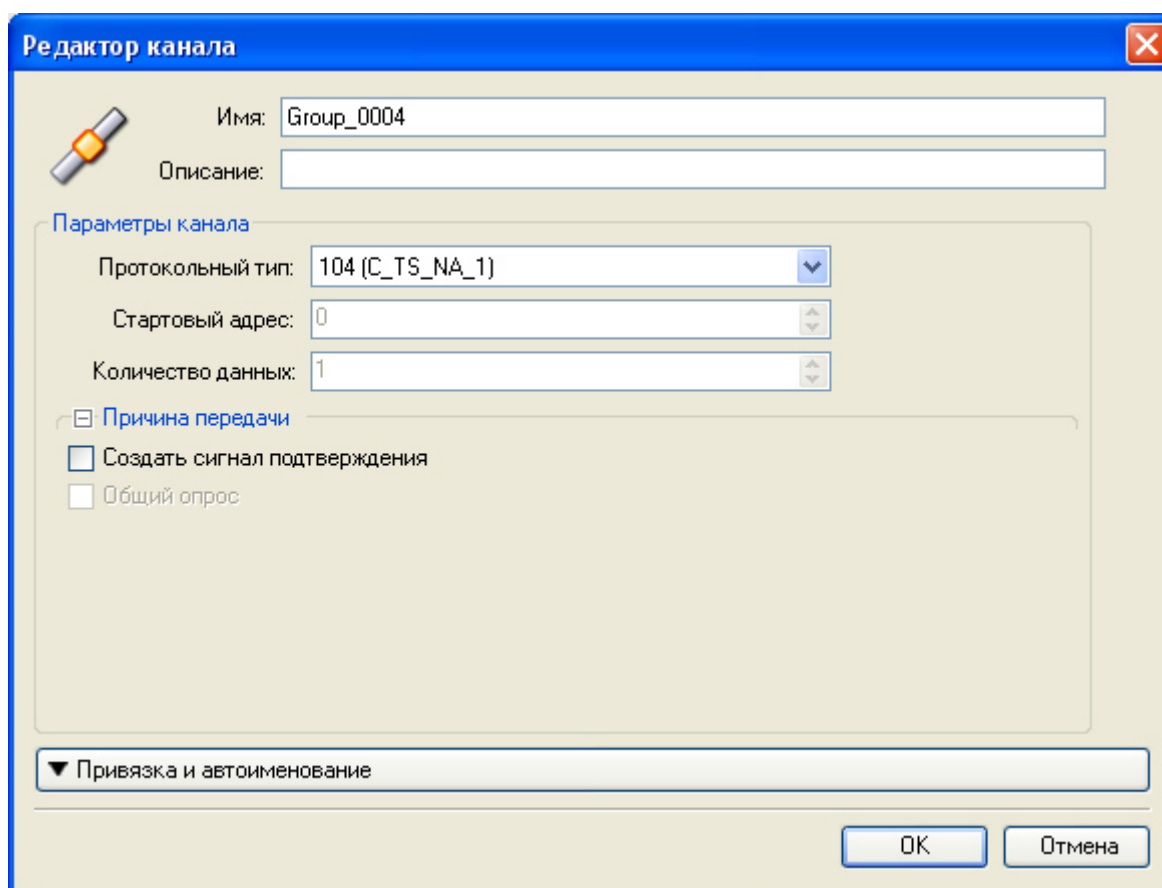


Рисунок 18 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типа 104, 107

3.3.2.3.7 Формирование сигналов с параметрами в направлении управления (типы 110-112)

Вид окна настройки сигналов с типом **110-112** представлен на рисунке 19.

Для сигналов с типом **110-112** необходимо настроить следующие параметры:

1 В группе **Группы** задать принадлежность сигнала к группе опроса, установив флаг в соответствующем номере группы опроса (можно в несколько одновременно), если есть необходимость получения клиентом значений установленных параметров.

2 В случае необходимости создания дополнительного сигнала подтверждения о поступлении сигнала команды в группе **Причина передачи** установить флаг **Создать сигнал подтверждения**. Данный сигнал будет иметь то же имя, что и основной, но с постфиксом **_Confirmation**.

Редактор канала

Имя: Group_0006

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 112 (P_ME_NC_1)

Стартовый адрес: 2

Количество данных: 1

Группы

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16

Причина передачи

☐ Создать сигнал подтверждения

☐ Общий опрос

Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 19 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типов 110-112

3.3.3 Соотнесение сигналов диагностики и переменных в задаче пользователя

Для привязки (маппинга) сигнала к МЭК-переменной в задаче пользователя необходимо создать переменную с типом, соответствующим данному сигналу (данный процесс описан в подразделе 3.3.4), и на закладке **Соотнесение входов/выходов** модуля **ASDU** выполнить маппинг переменной. Последовательность действий маппинга переменной представлена в разделе 2, пример маппинга переменных – на рисунке 3.

3.3.4 Работа со структурами IEC в CoDeSys

Применение метода *ToStruct()* к определенному полю обусловлено необходимостью предоставить возможность в задаче пользователя работать с данными в виде структур, в то время как программа *CoDeSys* работает с этими же данными в виде последовательности байт, соответствующей стандарту. Для удобства доступа к отдельным информационным элементам объекта IEC104 данных из байтового массива (представление *CoDeSys*) для каждого типа существует возможность преобразования в структуру (представление IEC в задаче пользователя).

Для этого пользователь должен создать экземпляр функционального блока, соответствующий IEC-типу, по следующему шаблону:

Имя: FB_ТИП_IEC

Пример

IEC-типу *M_SP_NA_I* соответствует функциональный блок *FB_M_SP_NA_I*,
и так далее.

Внутри функционального блока имеются два поля, представляющих данный тип в виде байтового массива – "*BData*" и в виде структуры – "*SData*", а также два метода: "*ToBytes()*" – для конвертирования из *SData* в *BData* и "*ToStruct()*" – для конвертирования из *BData* в *SData*.

Данные методы конвертации необходимо вызывать для каждого экземпляра функционального блока: для команд из модуля в задачу пользователя в начале программы пользователя – "*ToStruct()*", для выходных сигналов, поступающих из задачи пользователя в модуль **iec104s** (в том числе и ответов на команды), в конце – "*ToBytes()*". Для программы клиента IEC104M наоборот: в начале необходимо преобразовать входные сигналы в структуру, в конце – команды в массив байтов.

Формирование массива функциональных блоков не является обязательным. Однако сами методы конвертации обязательны.

ВАЖНО! При маппинге созданного объекта необходимо выбрать поле "*BData*" для соответствующего экземпляра функционального блока.

3.3.5 Оптимизация работы структурами IEC в CoDeSys

Для существенного сокращения времени привязки и времени цикла задачи за счёт уменьшения времени перезаписи всех сигналов в структуры и обратно пользователь имеет возможность применить один из двух методов:

- Пользователь может не использовать функциональные блоки и обращаться к полям любого типа, не используя методы функциональных блоков *ToStruct* и *ToBytes*. Для этого глобальные переменные должны быть объявлены типами *M_SP_NA_I*, а не *FB_M_SP_NA_I*;

- Пользователь может использовать базовый набор локальных структурных переменных для каждого типа (см. таблицу 1), выполняя следующую последовательность действий:

- 1 Создать набор локальных структурных переменных необходимых типов.

- 2 Преобразовать глобальные переменные, связанные с входными сигналами, в структуры локальных переменных с помощью метода *ToStruct()*.

- 3 Заполнить поля локальных структур для выходных сигналов.

- 4 Переписать содержимое локальных структурных переменных в выходные глобальные байтовые переменные с помощью метода *ToBytes()*.

П р и м е ч а н и е – В 3.3.4 предлагается ручное маппирование каналов к полям "*BData*" функционального блока, объявленного в области переменных программы пользователя. При копировании объектов с такими каналами с целью их дальнейшего переименования привязка к переменным пропадает и её необходимо делать снова. В случае копирования каналов, автоматически смappированных на глобальные переменные, привязка формируется после переименования автоматически.

Пример – Задача пользователя – генерация выходного сигнала $M_SP_NA_1$ и обработка команды $C_SE_NC_1$.

1 В области глобальных переменных **IEC_GVL** (рисунок 21) создаем переменные $inp01$ (с типом $M_SP_NA_1$), cmd_50 (с типом $C_SE_NC_1$) и $cmd_50_Confirmation$ (переменная подтверждения команды с постфиксом $_Confirmation$ с типом $C_SE_NC_1$).

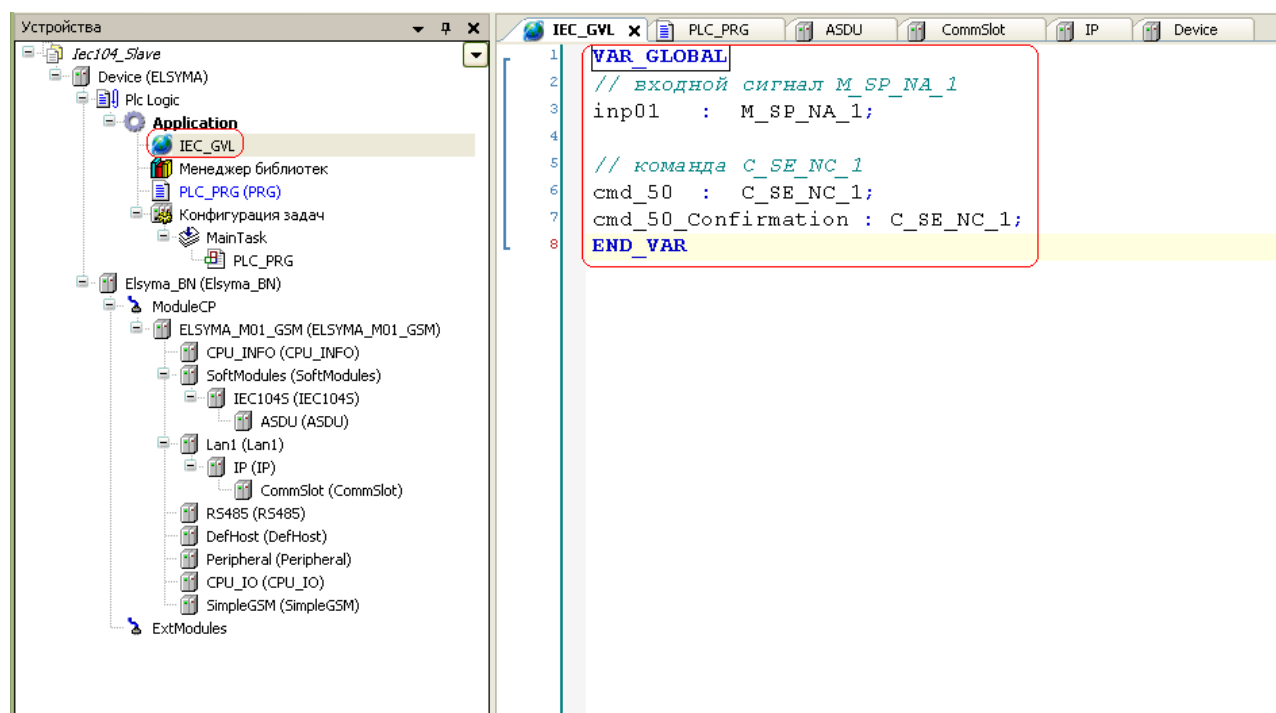


Рисунок 21 – Модуль ASDU. Редактор POU. Создание переменных в области глобальных переменных **IEC_GVL**

2 Создаем сигналы с идентичными созданным переменным именами $inp01$ и cmd_50 и соответствующими типами на закладке **Карта сигналов** модуля **ASDU** (рисунок 22). Описание процесса формирования группы сигналов представлено в 3.3.2.2.

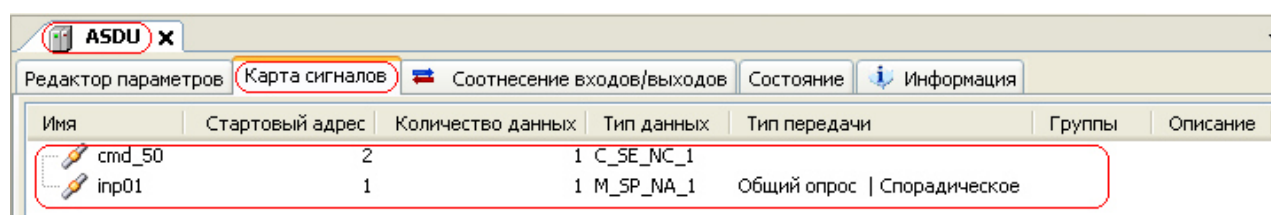


Рисунок 22 – Модуль ASDU. Редактор POU. Создание сигналов

При создании сигналов $inp01$ и cmd_50 в окне "Редактора каналов" (рисунок 11) с помощью области **Привязка и автонаименование** выполнить привязку к существующим переменным, установив флаги **Существующая переменная GVL** и **К переменной** и выбрав формат – **Имя канала** в выпадающем списке выбора предопределенной последовательности для формирования имен сигнала.

Описание действий при выполнении привязки сигналов к существующей переменной представлено в 3.3.2.2. Существующие форматы предопределенной последовательности для формирования имени сигнала описаны в таблице 10.

Примечание – При настройке параметров сигнала cmd_50 необходимо установить флаг **Создать сигнал подтверждения** (см. 3.3.2.3.2).

3 В программе пользователя **PLC_PRG** в области отображения процедуры объявления переменных проекта и их инициализации (рисунок 23) задаем следующие секции:

- // **диагностика модуля IEC104S** – объявляются переменные, соответствующие диагностическим сигналам модуля **IEC104S** (см. таблицу 7);
- // **диагностика IEC_ASDU** – объявляются переменные, соответствующие диагностическим сигналам модуля **ASDU** (см. таблицу 9);

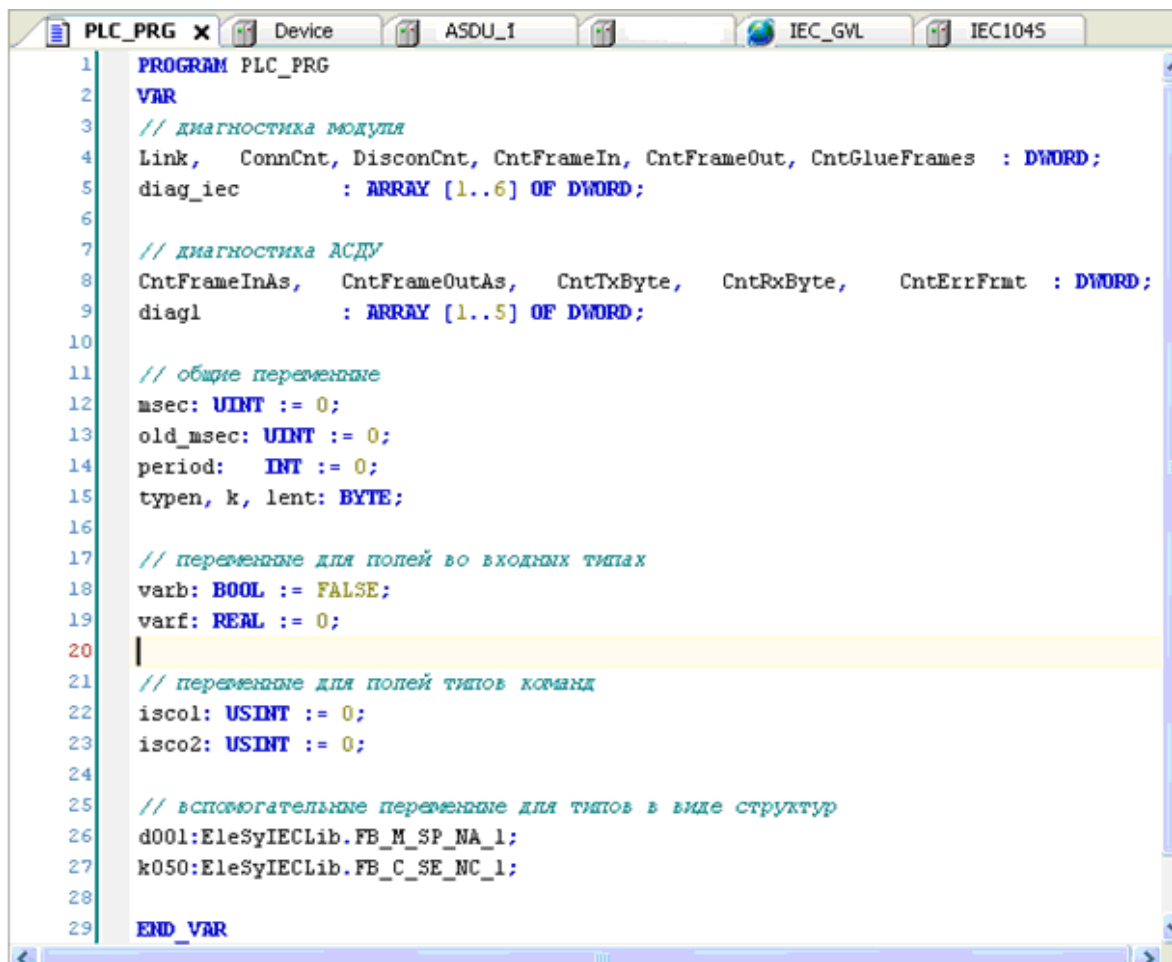


Рисунок 23 – Модуль ASDU. **PLC_PRG** область отображения процедуры объявления переменных проекта

- // **общие переменные:**
 - *Msec* – имитатор таймера для задержки второго ответа на команду *cmd_50*;
 - *old_msec* – для хранения времени поступления команды *cmd_50*;
 - *period* – для установки интервала между отправками сигнала *inp01*;
 - *typen* – номер типа;
 - *k* – рабочий счетчик;
 - *lent* – размер типа в байтах;
- // **переменные для полей**
 - *varb* – для задания поля *SPI*;
 - *varf* – для чтения поля *r32_ieee_std_754.R32* (вещественное число REAL);
- // **переменные для полей типов команд**
 - *isco1* – для чтения поля *IsControl*;
 - *isco2* – для чтения поля *IsControl*;

- // вспомогательные переменные для типов в виде структур

- Переменная *d001* с функциональным блоком *FB_M_SP_NA_1*;
- Переменная *k050* с функциональным блоком *FB_C_SE_NC_1*;

4 Для сигнала *inp01* организуем работу с заданными переменными в программе пользователя *PLC_PRG* в области отображения пользовательской задачи (рисунок 24):

- **Область 1** – присвоение переменных сигналам диагностики;
- **Область 2** – инвертируется переменная *varb* типа **Bool** с периодом *100* циклов задачи;
- **Область 3** – переменная записывается в поле *SPI* структуры *SData*;
- **Область 4** – структура *SData* упаковывается в массив байтов *BData*;
- **Область 5** – запись массива байтов *BData* в переменную *inp01*.

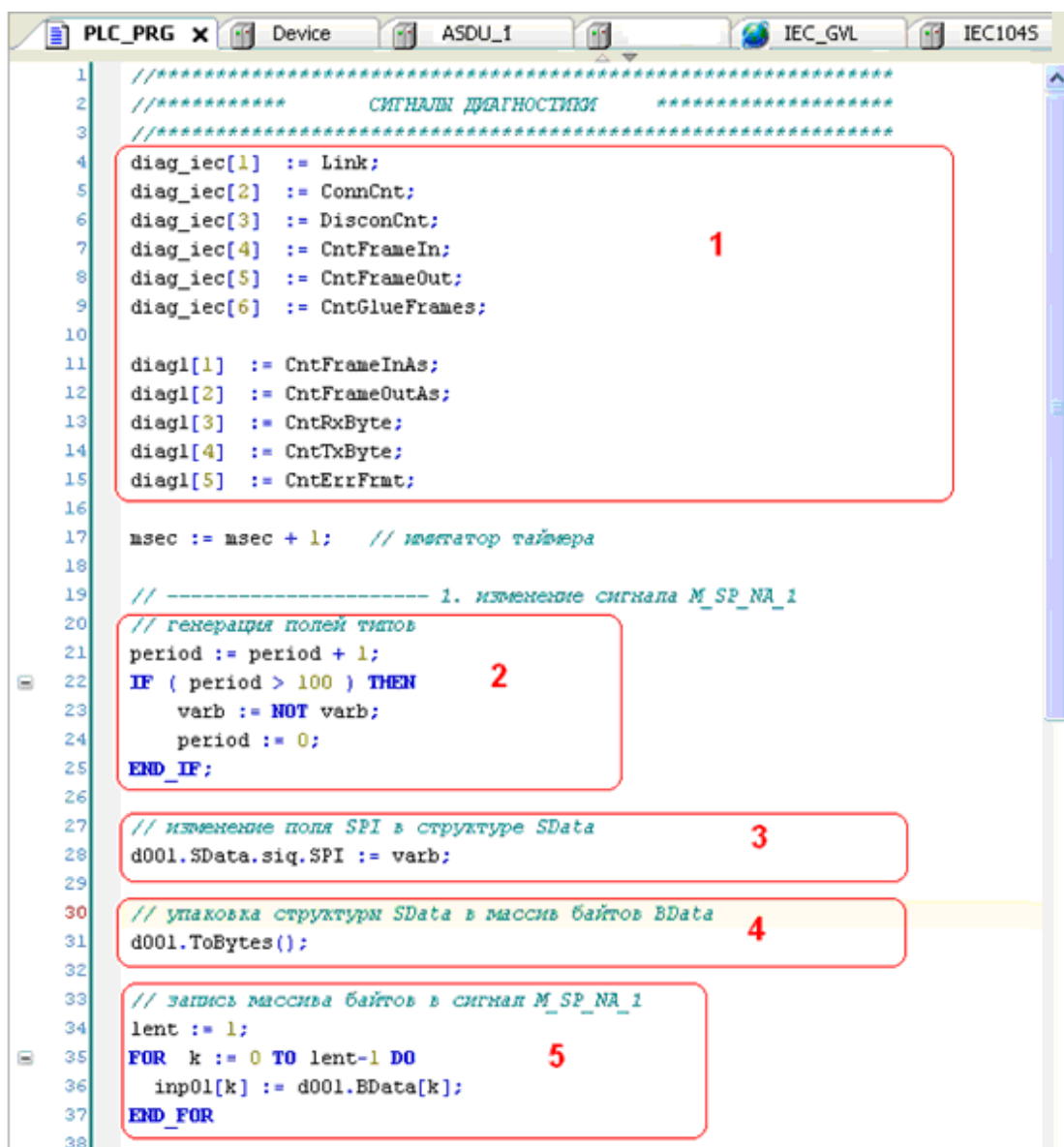


Рисунок 24 – Модуль ASDU. *PLC_PRG* область отображения пользовательской задачи.
Сигнал *inp01*

5 Для команды *cmd_50* организуем работу с заданными переменными в программе пользователя *PLC_PRG* в области отображения пользовательской задачи (рисунок 25):

- 5.1 **Область 1** – обнуление счетчика поступления команд *IsControl* по старту однократно.

- 5.2 **Область 2** – считывание поля *IsControl* из переменной *cmd_50* и считывание предыдущего счетчика команд.
- 5.3 **Область 3** – при изменении счетчика команд *IsControl* выполняются следующие операции:
- 5.3.1 Формирование ответа на команду *cmd_50* с заполнением полей **Причина передачи** (изменение значения с "6" (активация) на "7" (подтверждение активации)).
- 5.3.2 При этом считывается поступившее значение *cmd50* в переменную *varf* типа **REAL**, а все поля *cmd50* – в поля переменной *k050*, с которыми можно дальше работать по именам.
- 5.4 **Область 4** – на следующем цикле программы осуществляется отправка второго подтверждения (значение "10" (завершение активации)) по счётчику, выполняющему роль таймера *Msec*.

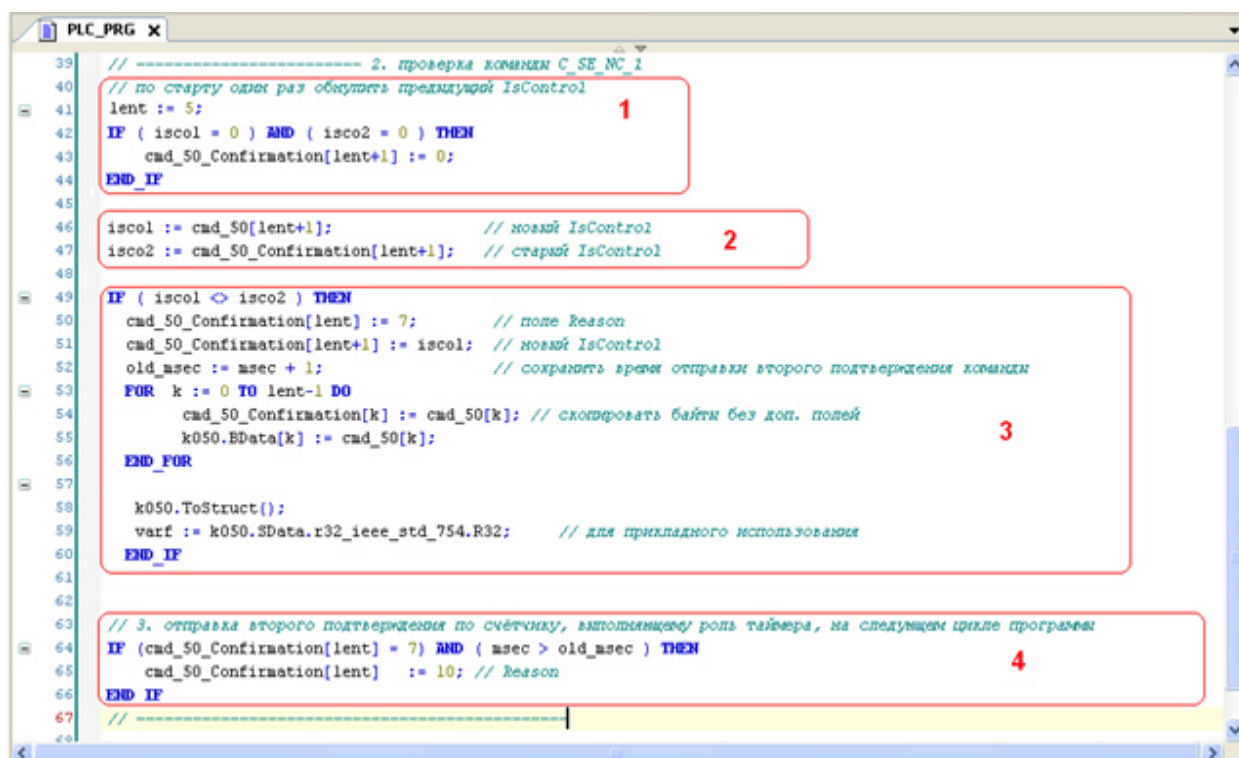


Рисунок 25 – Модуль ASDU. *PLC_PRG* область отображения пользовательской задачи.
Команда *cmd_50*

При успешном запуске программы контроллер переходит в **online**-режим и запускается процесс мониторинга, при котором в окне редактора **POU** отображаются изменения текущих значений переменных (рисунок 26).

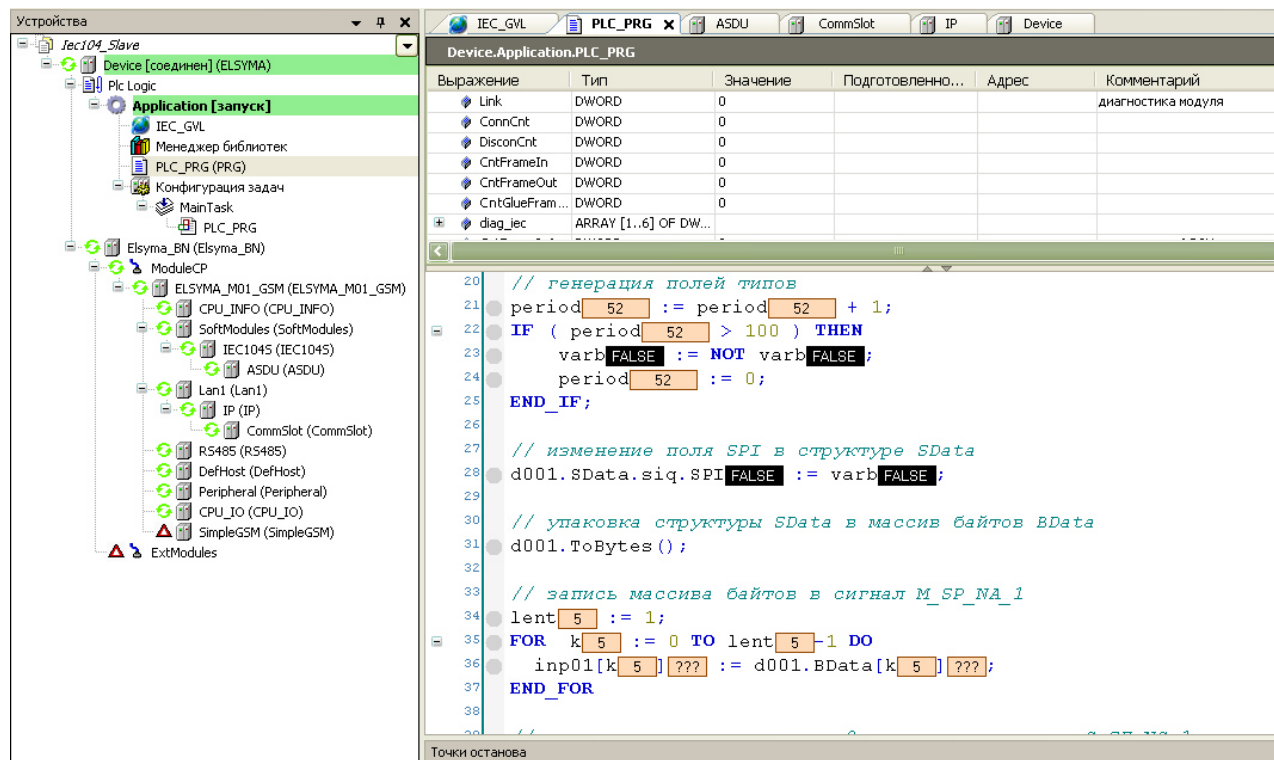


Рисунок 26– Модуль ASDU. Редактор POU. Работа в online-режиме

3.3.6 Особенности работы модуля МЭК 104 TCP-Slave

3.3.6.1 Дополнительные коды отказов

Если команда от ПУ проходит нормальную обработку (контроль) в КП, то КП отправляет кадр подтверждения с "хорошей" причиной передачи: "7", "9" или "10". Если же что-то в кадре команды не проходит контроль в КП, то КП отправляет кадр подтверждения с "плохими" причинами передачи: "44"–"47".

В кадрах команд полей больше, чем кодов стандартных отказов (код причины "44"–"47"), поэтому при получении от потребителя данных (Master) кадра с неверными полями, на которые не предусмотрено отказов, в модуле формируются отказы с дополнительными кодами, представленными в таблице 12.

Таблица 12 – Модуль МЭК 104 TCP-Slave. Коды отказов

Название	Код
Неверный размер кадра	102
Неверный классификатор	103
Неверный номер группы (вне 20-36 или 1-5 для счётчиков) – для команд 100 (команда опроса) и 101 (команда опроса счетчика)	104
Отсутствие сигналов для запрошенной группы команд 100 и 101	105

3.3.6.2 Отправка сигналов

Существует разница между временем формирования сигналов и временем их отправки.

Все сигналы при формировании накапливаются в трёх буферах: для класса 1, для класса 2 и для сегментов файлов. Формирование кадров для отправки происходит по событиям изменения данных (спорадические), по запросу от ПУ (команды, общий опрос и команда чтения 102) и по событиям таймера (фоновые и циклические данные). Отправка происходит из этих буферов в соответствии со многими параметрами (интервалы отправки первого и второго классов, коэффициенты чередования данных первого, второго класса и файлов iN и iCF, подтверждение со стороны ПУ в соответствии с параметрами K и W и др.)

Например, сигналы фонового сканирования формируются с интервалом *FonScan* и отправляются по таймеру класса 2.

Аналогично сигналы циклических данных формируются с интервалом *DelayCycle* и отправляются по таймеру класса 2.

П р и м е ч а н и е – Разница отправки сигналов фонового сканирования от сигналов циклических в том, что сигналы фонового сканирования начинают отправляться с указанным интервалом, а интервал отправки циклических сигналов отмеряется от последнего отправленного сигнала.

Таким образом, возможна ситуация, когда пользователь может задать слишком маленький интервал для отправки большого количества фоновых данных, в результате чего они будут отправляться сплошным потоком, без пауз.

При поступлении от ПУ команды общего опроса сигналы с параметром любой группы формируются и отправляются по таймеру класса 2. При этом перед выдачей отправляется подтверждение приёма команды опроса первым классом, а после окончания – подтверждение окончания выдачи данных группы тоже первым классом. Для самих команд общего опроса и ответов на них конфигурации сигналов не требуется. Для ПУ необходимо дожидаться подтверждения окончания выдачи данных группы перед тем, как выдать следующую команду. Если команда общего опроса выдаётся в КП с некоторым постоянным интервалом, то он должен быть достаточным для поступления в ПУ всех данных. Иначе процесс отправки будет начат заново, и последние переданные данные будут переданы только в ответе на вторую команду общего опроса, если, конечно, и её не обрежет третья команда, и так далее.

Сигналы поступают от задачи пользователя в модуль только при их изменении. Модуль записывает поступившие значения в базу сигналов и ставит их в зависимости от типа в две очереди: ответов на команды и данных. Последние ставятся в очередь только в случае установки у них флага отправки по изменению. Остальные сигналы отправятся опросчику в группе циклических данных или в группе фонового сканирования или по общему опросу или по запросу команды чтения, если соответствующий флаг отправки установлен.

В соответствии со стандартом все сигналы в направлении контроля могут быть запрошены командой чтения.

Сигналы диагностики отправляются при двух условиях: есть сигналы диагностики, привязанные к переменным задачи, и параметр периода отправки диагностических сигналов "Period" не равен "0".

Для команды синхронизации времени требуется сконфигурировать команду соответствующего типа и адреса, равного "0". Пока не предусмотрено механизмов срочной доставки в ЦП времени от станции-опросчика, время будет доставлено в задачу пользователя как сигнал из общей базы сигналов. Модуль перед выполнением команды осуществляет её поиск в базе сигналов сначала по типу, а затем по адресу. Модуль обеспечивает

первоочередную (относительно других команд) отправку сигнала синхронизации программе пользователя.

Команда чтения сигналов C_RD_NA_1 характерна тем, что не имеет сигналов положительного подтверждения этого же типа. Поиск указанного в адресе команды сигнала осуществляется по всем адресам независимо от типа сигнала. Поэтому входные сигналы должны иметь уникальные адреса в соответствии с требованием стандарта.

При поступлении команды от ПУ модуль контролирует наличие в конфигурации сигнала команды и в случае его отсутствия отправляет опросчику сигнал с отрицательным подтверждением. Задача пользователя для этого не используется.

Задача пользователя может послать отрицательное подтверждение опросчику, если объект по каким-то причинам не поддерживает все сигналы в конфигурации. Для положительного или отрицательного подтверждения пользователь должен создать сигнал подтверждения команды при конфигурации команды и заполнить его поля при отправке подтверждения.

Так как некоторые команды требуют не одного, а двух подтверждений, задачей пользователя при отправке ответа на команду должна быть заполнена причина передачи, в отличие от сигналов в направлении контроля модуля, где поле причины заполняется драйвером при отправке опросчику.

Примечание – Команды установки параметров "110"–"112" являются гибридными, подтверждение активации формирует задача пользователя, а установленные параметры могут быть отправлены модулем только по общему опросу или опросу групп, причина в этом случае сформируется модулем, а принятое значение от команды (или модифицированное его значение) в сигнал подтверждения должна записать задача пользователя, так как модулю неизвестен алгоритм актуализации параметров. Например, новые значения параметров поступают от опросчика в течение некоторого времени и в несколько этапов, а должны стать актуальными после выполнения команды активации параметров P_AC_NA_1, а до этого актуальными считаются предыдущие значения параметров.

3.3.7 Настройка обмена данными по интерфейсу TCP

Для обеспечения обмена сигналами по интерфейсу TCP требуется назначить коммуникационный слот (**CommSlot**) модулю **МЭК 104 TCP-Slave** и выполнить настройку его параметров (см. 3.3.7.1 и 3.3.7.2).

3.3.7.1 Добавление IP-слота и настройка его параметров

В дереве устройств в ветке **LAN1** существует возможность добавить **IP** для слота с помощью команды **Добавить устройство...** контекстного меню. Конфигурационные (системные) параметры IP-слота приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Конфигурационные параметры IP-слота

Имя параметра	Тип	Описание параметра
IP-Address	STRING	IP-адрес порта
Mask	STRING	Сетевая маска
Gateway	STRING	Адрес шлюза

На рисунке 27 представлен вид закладки **Соотнесение входов/выходов** IP-слота со статистическими сигналами, отображающими состояние IP-слота.

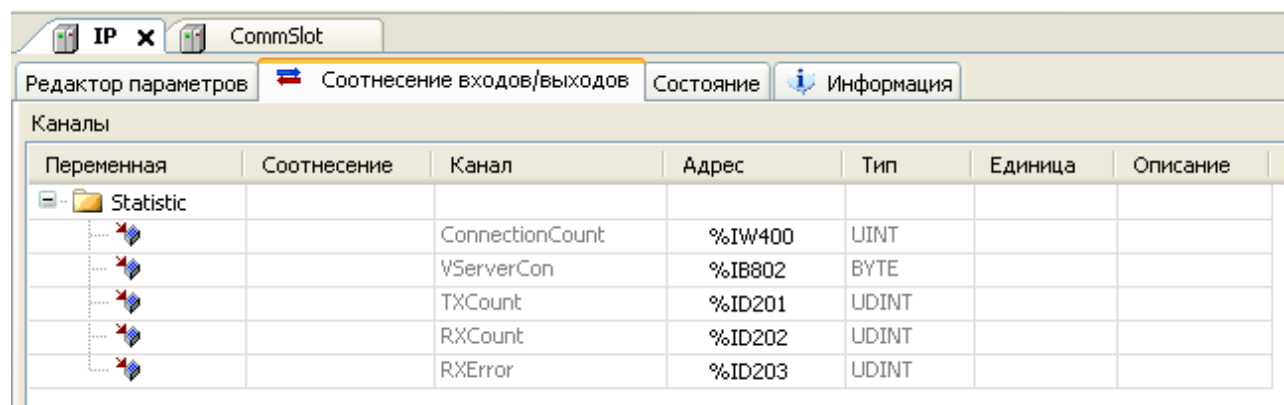


Рисунок 27 – Модуль IP. Закладка **Соотнесение входов/выходов**

3.3.7.2 Добавление коммуникационного слота CommSlot

В дереве устройств в ветке **IP** возможно добавить коммуникационный слот **CommSlot** с помощью команды **Добавить устройство...** контекстного меню. Конфигурационные параметры слота **CommSlot** представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Конфигурационные параметры CommSlot

Имя параметра	Значения по умолчанию	Описание параметра
Port	<i>2404</i>	Порт заданного коммуникационного слота
MaxConnections	<i>1</i>	Количество разрешённых соединений для серверных каналов. Модуль МЭК 104 TCP-Slave поддерживает пока только одно соединение!
ModeTransport	<i>TCP Server</i>	Режим работы транспортного уровня. Возможные значения: • <i>0 – TCP Server</i>
SendBuff	<i>4096</i>	Размер буфера хранения перед отправкой. Диапазон допустимых значений: от <i>0</i> до <i>4294967295</i>
TCP_NoDelay	<i>4</i>	Отключение алгоритма Нагля для обеспечения передачи данных без ожидания заполнения пакета данными

На рисунке 28 представлен вид закладки **Редактор параметров** коммуникационного слота **CommSlot** с конфигурационными параметрами.

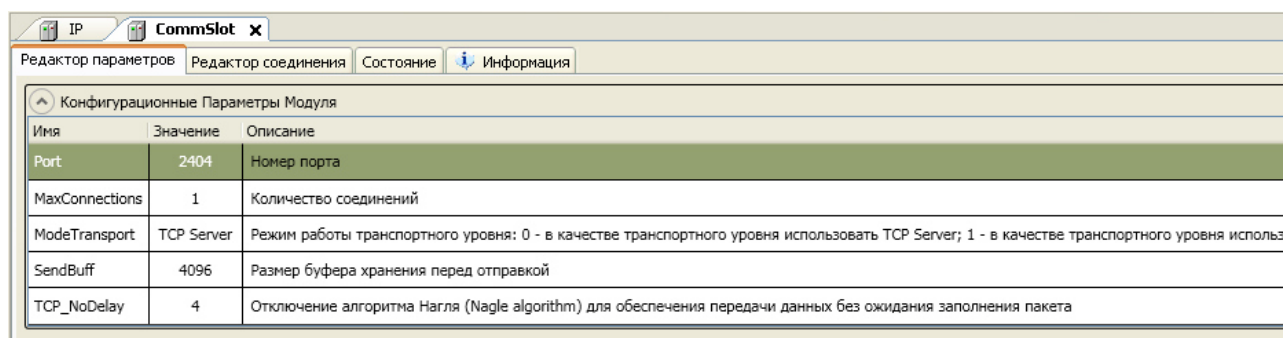


Рисунок 28 – Конфигурационные параметры **CommSlot**. Закладка **Редактор параметров**

Для присвоения IP-коммуникационного слота программным модулям, через которые должен быть осуществлен доступ к сигналам контроллера, на закладке **Редактор соединения** (рисунок 29) в области настройки и просмотра параметров слота **CommSlot** необходимо выбрать в выпадающем списке **Сервер:** необходимый программный модуль.

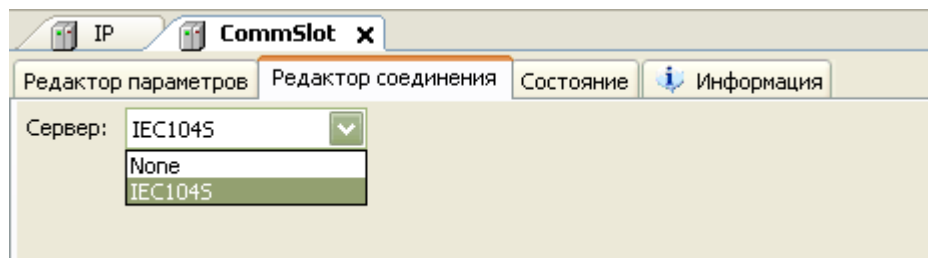


Рисунок 29 – Конфигурационные параметры **CommSlot**. Закладка **Редактор соединения**

4 ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ МЭК 104 TCP-Master

Модуль **IEC 104 TCP-Master** является программным модулем для обеспечения информационного обмена контроллера ЭЛСИМА с промышленным оборудованием в соответствии с требованиями международного стандарта *IEC 60870-5-104 (ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004)*.

Модуль **IEC 104 TCP-Master** используется при применении ПЛК в составе пункта управления (ПУ).

Общее описание работы ПЛК с применением протокола *IEC104* приведено в разделе 1.

Для конфигурирования модуля необходимы базовые знания стандарта *ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004* "Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей" и дополнительная информация из данного документа.

Модуль **IEC 104 TCP-Master** осуществляет одновременный обмен со всеми подчинёнными устройствами, заданными в конфигурации через выделенное соединение (индивидуальный коммуникационный слот).

Структура модуля **МЭК 104 TCP-Master** представлена на рисунке 30, в конфигурации которой существуют следующие модули:

- **IEC104M** – программный модуль ведущего устройства;
- **Slave** (серверный модуль) – конфигурация ведомого устройства, с которым устанавливается выделенное TCP/IP-соединение;
- **ASDU** – структура данных логического узла в составе модуля **Slave**.

В конфигурации можно задать один программный модуль **IEC104M**, до восьми серверных модулей **Slave** для каждого программного модуля и до четырех модулей **ASDU** для каждого серверного модуля. Общее количество сигналов в конфигурации модуля не должно превышать 1000.

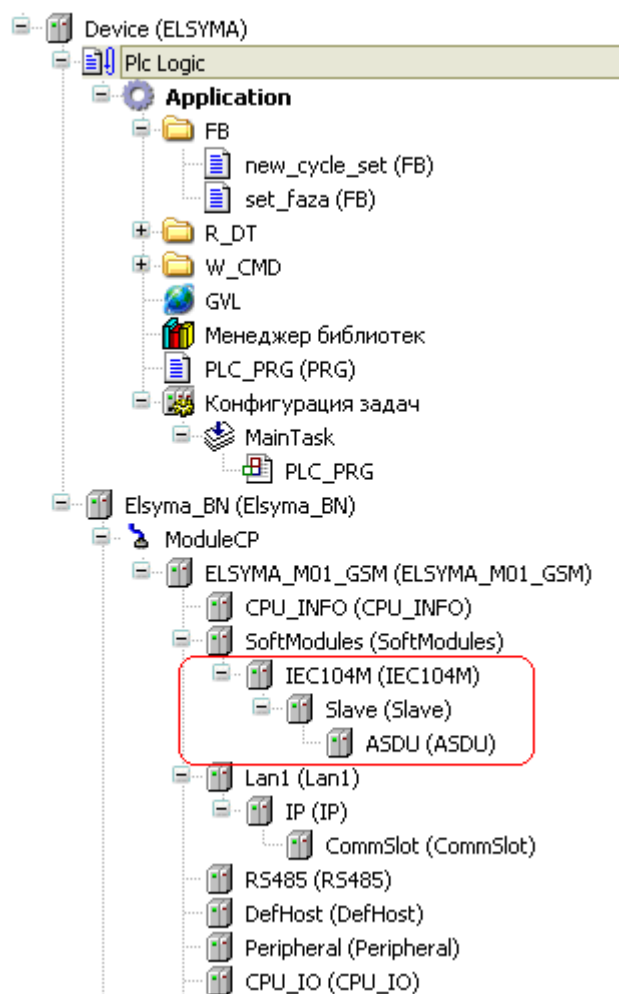


Рисунок 30 – Структура модуля МЭК 104 TCP-Master

4.1 Параметры модуля IEC104M

В данном подразделе представлено описание данных программного модуля с поддержкой протокола МЭК 104 в режиме Master. Символьное обозначение модуля, используемое в сервисной программе – **IEC104M**.

Настройка конфигурационных параметров осуществляется на закладке просмотра и настройки модуля **IEC104M**. Для выполнения операции следует:

- 1 Открыть закладку просмотра и настройки модуля **IEC104M**, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".
- 2 Перейти на закладку *Редактор параметров* (рисунок 31).

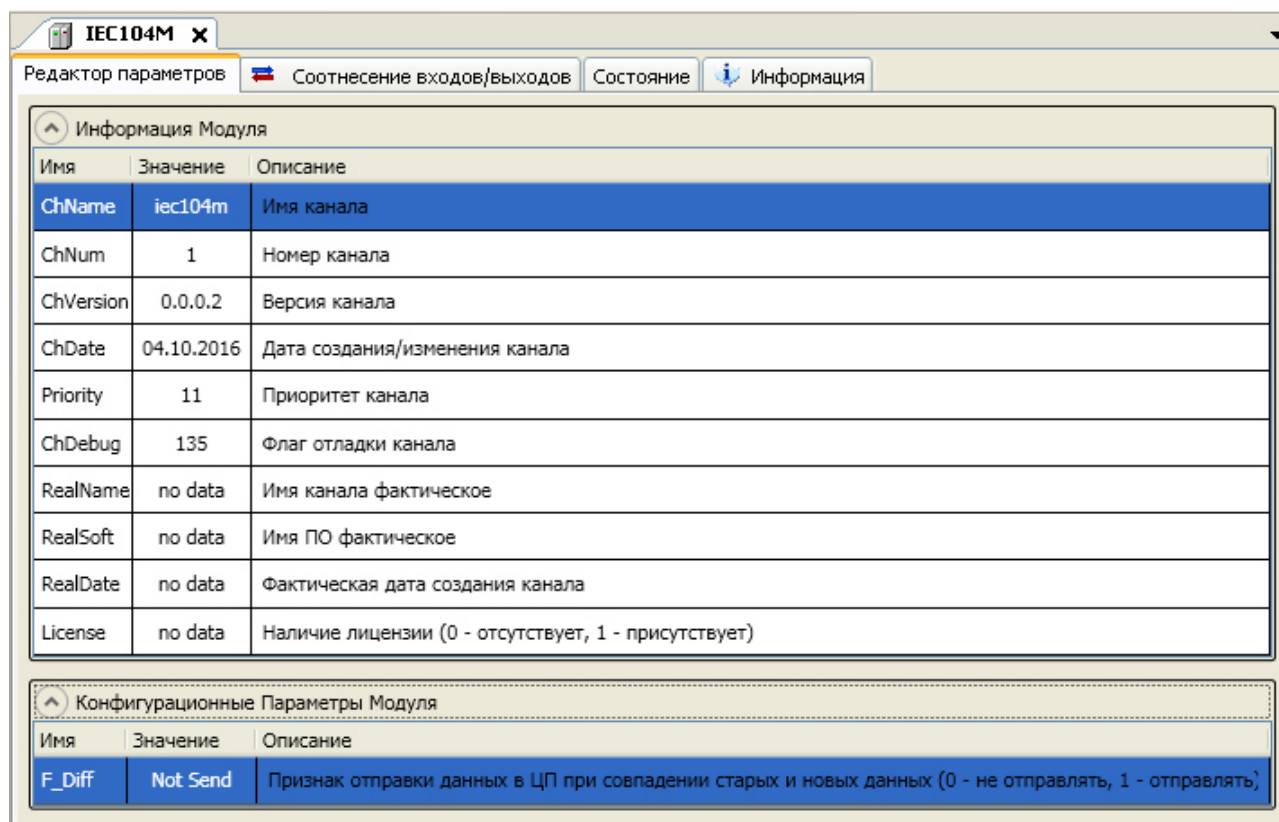


Рисунок 31 – Модуль IEC104M. Закладка Редактор параметров

3 Выполнить настройку следующих параметров модуля:

- Информация модуля – описание параметров представлено в таблице 15. Данные параметры не доступны для редактирования пользователем.

Таблица 15 – Модуль IEC104M. Информационные данные

Имя	Значение по умолчанию	Описание
ChName	<i>iec104m</i>	Имя канала
ChNum	<i>1</i>	Номер канала
ChVersion	<i>0.0.0.2</i>	Версия канала
ChDate	<i>DD.MM.YYYY</i>	Дата создания/изменения канала в формате <i>день месяц год</i>
Priority	<i>11</i>	Приоритет канала
ChDebug	<i>135</i>	Флаг отладки канала
RealName	<i>no data</i>	Имя канала фактическое
RealSoft	<i>no data</i>	Имя ПО фактическое
RealDate	<i>no data</i>	Фактическая дата создания канала
License	<i>no data</i>	Наличие лицензии

- Конфигурационные параметры модуля **IEC104M** представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Модуль IEC104M. Конфигурационные параметры

Имя	Значение по умолчанию	Описание
F_Diff	<i>Not Send</i>	Признак отправки данных в ЦП при совпадении старых и новых данных. Допустимые значения: • 0 – <i>Not Send</i> (не отправлять); • 1 – <i>Send</i> (отправлять)

На рисунке 32 представлен вид закладки **Соотнесение входов/выходов** программного модуля **МЭК 104 TCP-Master** с диагностическими сигналами, описание которых представлено в таблице 6.

Сигнал *Internal_Defect* (счетчик внутренних дефектов) – предназначен для системной отладки. В процессе штатной работы значение данного сигнала меняться не должно (таблица 17).

Таблица 17 – Модуль IEC104M. Диагностические сигналы

Имя	Тип	Описание
<i>Internal_Defect</i>	DWORD	Счетчик внутренних дефектов

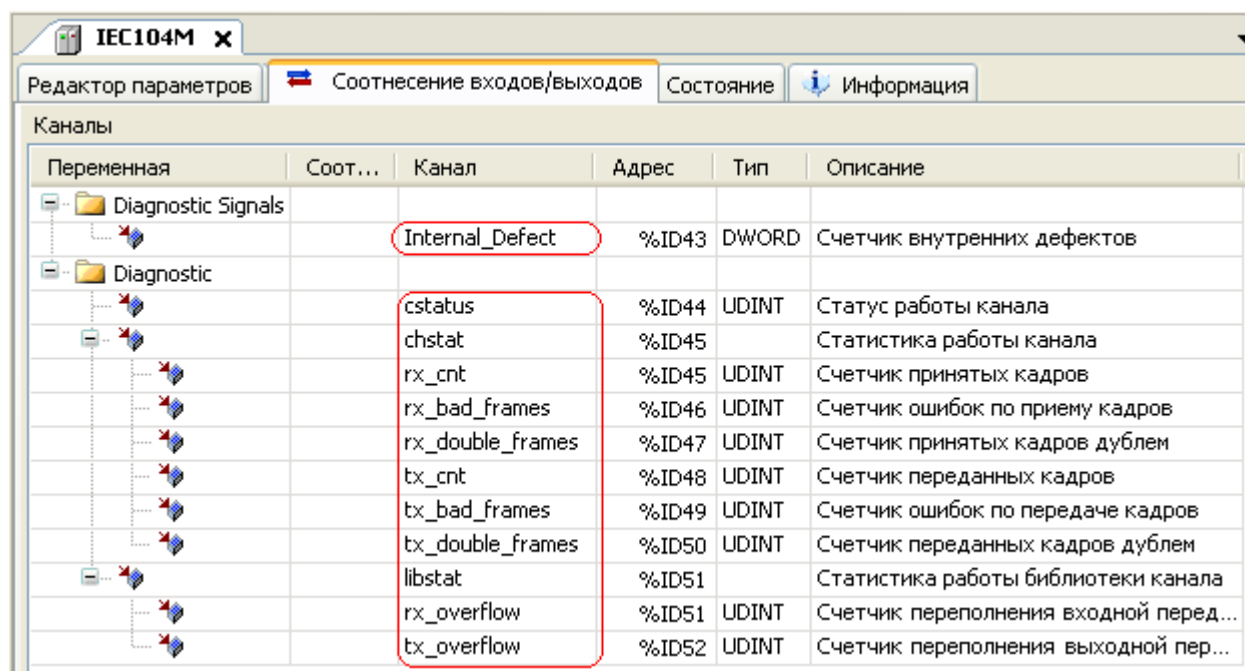


Рисунок 32 – Модуль МЭК 104 TCP-Master. Закладка *Соотнесение входов/выходов*

4.2 Модуль **Slave** (МЭК 104 Master)

Настройка параметров коммуникационного канала с каждым из подчинённых устройств определяется при создании конфигурации в структуре модуля **Slave**. В данном модуле содержатся диагностические сигналы работы на этом уровне взаимодействия.

Символьное обозначение модуля, используемое в сервисной программе – **Slave**.

Для обеспечения надёжного получения и отправки данных необходимо выполнить согласованную настройку параметров как на стороне ПУ, так и на стороне КП.

Настройка конфигурационных параметров осуществляется на закладке просмотра и настройки модуля **Slave**. Для выполнения операции следует:

1 Открыть закладку просмотра и настройки модуля **Slave**, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".

2 Перейти на закладку *Редактор параметров* (рисунок 33).

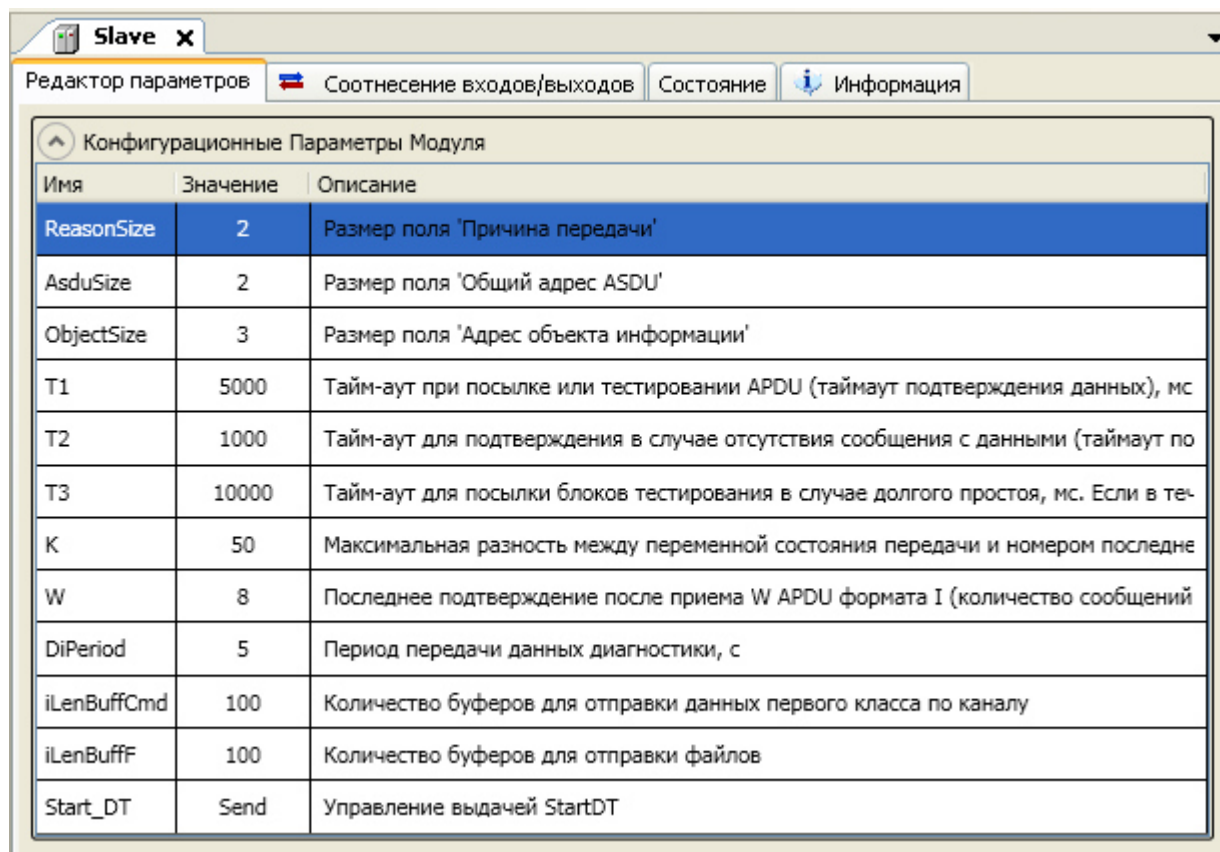


Рисунок 33 – Модуль Slave. Закладка Редактор параметров

3 Настроить конфигурационные параметры модуля. Описание параметров представлено в таблице 18.

Таблица 18 – Модуль Slave. Конфигурационные параметры модуля

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание	
ReasonSize*	BYTE	2	Размер поля " Причина передачи ". Диапазон допустимых значений: от 1 до 2	Данные параметры используются для настройки формата кадра ASDU и задают размеры полей " Причина передачи ", " Общий адрес ASDU " и " Адрес объекта информации " в байтах для каждого из каналов модуля. При этом реализованы следующие ограничения: □ при ReasonSize = 2 – второй байт не используется и равен нулю (адрес инициатора не поддерживается); □ при AsduSize = 2 – второй байт не используется и равен нулю (адрес ASDU задается только от 1 до 255). В соответствии с протоколом МЭК 104 допустимыми значениями являются: 2-2-3
AsduSize*	BYTE	2	Размер поля " Общий адрес ASDU ". Диапазон допустимых значений: от 1 до 2	
ObjectSize*	BYTE	3	Размер поля " Адрес объекта информации ". Диапазон допустимых значений: от 1 до 3	

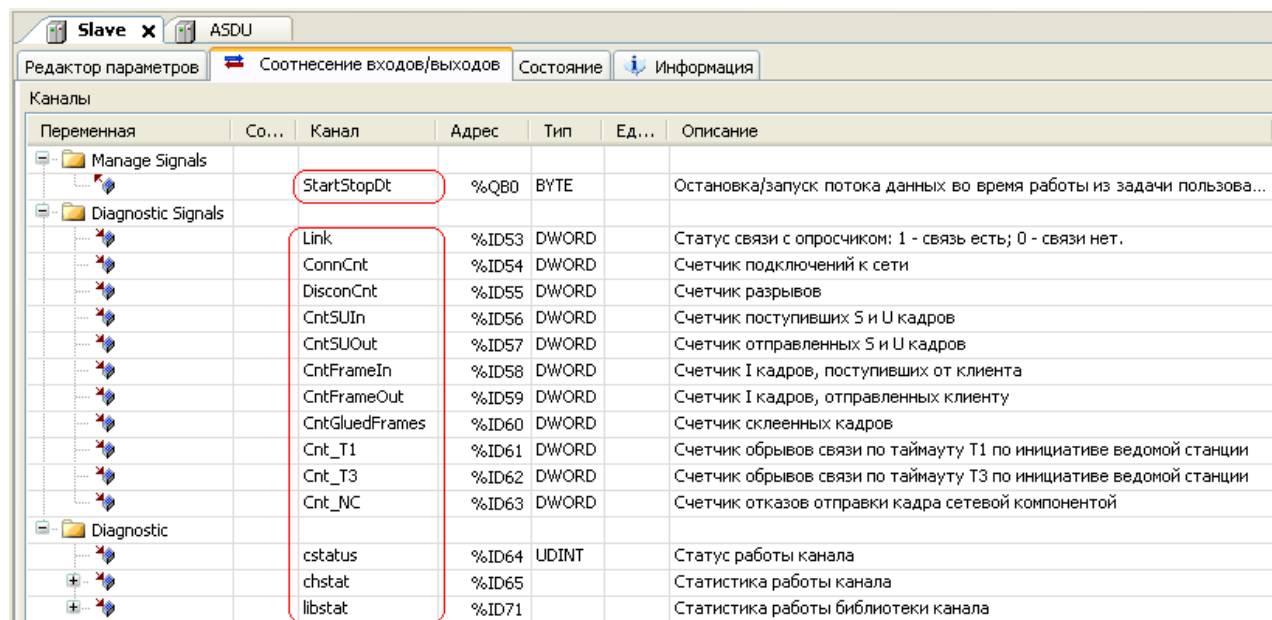
Таблица 18 – Модуль Slave. Конфигурационные параметры модуля

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание
<i>T1*</i>	WORD	<i>5000</i>	Тайм-аут при посылке или тестировании APDU (тайм-аут подтверждения данных от клиента), мс. Данный параметр задает тайм-аут ожидания подтверждения на данные или тестовый кадр. Если за этот период времени подтверждение не получено, связь разрывается. Диапазон допустимых значений: от <i>100</i> до <i>15 000</i>
<i>T2*</i>	WORD	<i>1000</i>	Тайм-аут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными (тайм-аут посылки S-сообщений клиенту), мс. Параметр <i>T2</i> задает тайм-аут на отправку подтверждения о приеме кадра, т.е. при получении кадра за это время должно быть отправлено подтверждение. Значение параметра <i>T2</i> всегда должно быть меньше значения параметра <i>T1</i> . Диапазон допустимых значений: от <i>50</i> до <i>10 000</i>
<i>T3</i>	WORD	<i>10000</i>	Тайм-аут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя, мс. Если в течение указанного периода нет обмена данными, потребителю отправляется тестовый кадр для проверки связи. На стороне КП значение параметра <i>T3</i> должно быть меньше на <i>1</i> с, чем на стороне ПУ. Диапазон допустимых значений: от <i>1000</i> до <i>30 000</i>
<i>K*</i>	BYTE	<i>50</i>	Максимальная разность между переменной состояния передачи и номером последнего подтверждённого APDU (количество неподтверждённых сообщений (максимальная очередь)). С помощью данного параметра задается максимальное количество отсылаемых без подтверждения кадров. Когда количество неподтвержденных кадров становится равно <i>K</i> , передача приостанавливается до получения подтверждения. Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>100</i>
<i>W*</i>	BYTE	<i>8</i>	Последнее подтверждение после приёма <i>W</i> APDU I-формата (количество сообщений драйвера, полученных до отправки S-сообщений, когда нет готовых к отправке I-сообщений или максимальное количество принятых неподтвержденных кадров). Параметр <i>W</i> задает максимально возможное количество принятых кадров, которые могут быть оставлены без подтверждения. После того, как число полученных кадров достигает значения <i>W</i> , обязательно отправляется подтверждение. Значение параметра <i>W</i> не может превышать заданного значения параметра <i>K</i> более, чем на <i>2/3</i> . Диапазон допустимых значений: от <i>1</i> до <i>100</i>
<i>DiPeriod</i>	WORD	<i>5</i>	Период передачи данных диагностики, с. Параметр <i>DiPeriod</i> влияет на время выдачи диагностики от модуля в приложение пользователя. Диапазон допустимых значений: от <i>0</i> до <i>65 535</i>

Таблица 18 – Модуль **Slave**. Конфигурационные параметры модуля

Имя	Тип	Значение по умолчанию	Описание	
<i>iLenBuffCmd</i>	BYTE	100	Количество буферов для отправки данных первого класса по каналу. Диапазон допустимых значений: от 2 до 100	Параметры <i>iLenBuffCmd</i> и <i>iLenBuffF</i> задают размер очереди сигналов и блоков файла при передаче от ПУ к КП.
<i>iLenBuffF</i>	BYTE	100	Количество буферов для отправки файлов. Задаёт размер буфера на отправку файлов. Диапазон допустимых значений: от 2 до 100	
<i>Start_DT</i>	Enumeration of BYTE	<i>Send</i>	Управление выдачей команд <i>StartDT</i> . Допустимые значения: • <i>Send</i> – выполнять выдачу команды; • <i>Not send</i> – не выполнять выдачу команды. Если подчинённое устройство не осуществляет передачу данных без получения разрешающего сигнала, то для параметра <i>Start_DT</i> должно быть установлено значение <i>Send</i>	
П р и м е ч а н и е – * Значения для параметров: размер поля " <i>Причина передачи</i> ", " <i>Общий адрес ASDU</i> ", " <i>Адрес объекта информации</i> ", <i>T1</i> , <i>T2</i> , <i>K</i> , <i>W</i> должны быть установлены в соответствии с параметрами на стороне КП				

На закладке **Соотнесение входов/выходов** (рисунок 34) отображаются выходные сигналы модуля **Slave**. Описание сигнала управления *StartStopDt* и диагностических сигналов представлено в таблице 19 и таблице 6.

Рисунок 34 – Модуль **Slave**. Закладка **Соотнесение входов/выходов**Таблица 19 – Модуль **Slave**. Выходные сигналы

Имя	Тип	Описание
Сигналы управления		
<i>StartStopDt</i>	BYTE	Остановка/запуск потока данных во время работы из задачи пользователя
Сигналы диагностики		
<i>Link</i>	DWORD	Статус связи с опросчиком:

Таблица 19 – Модуль Slave. Выходные сигналы

Имя	Тип	Описание	
		0 – связь не установлена; 1 – связь установлена	
ConnCnt	DWORD	Счетчик подключений к сети	
DisconCnt	DWORD	Счетчик разрывов связи	
CntSUIn	DWORD	Счетчик поступивших S-и U-кадров	Данные сигналы поступают для всех модулей ASDU в модуле IEC104M.
CntSUOut	DWORD	Счетчик отправленных S-и U-кадров	
CntFrameIn	DWORD	Счетчик поступивших I-кадров	
CntFrameOut	DWORD	Счетчик отправленных I-кадров	
CntGluedFrames	DWORD	Счетчик склеенных кадров. В связи с использованием транспорта TCP/IP возможно получение более одного кадра IEC104 в одном фрагменте данных IP-датаграммы. Модуль IECs104M получает кадры в виде буфера с указанным размером, считывает в полученном буфере заголовок IEC-кадра, в котором находится размер кадра в байтах. Затем происходит обработка данного кадра, и от размера буфера вычитается размер кадра. Если результат вычитания больше нуля, значит в буфере есть ещё кадры. При этом и происходит увеличение диагностического сигнала CntGluedFrames	
Cnt_T1	DWORD	Счетчик обрывов связи по тайм-ауту T1 по инициативе ведомой станции. Сигнал служит для подсчета количества обрывов соединения по истечению тайм-аута, инициированного потребителем	
Cnt_T3	DWORD	Счетчик отправок тестовых кадров (по тайм-ауту T3)	
Cnt_NC	DWORD	Счетчик отказов отправки кадра сетевой компонентой	

Для привязки (маппинга) сигнала к переменной в задаче пользователя необходимо создать переменную с типом, соответствующим данному сигналу, и на закладке **Соотнесение входов/выходов** модуля **Slave** выполнить маппинг переменной. Последовательность действий маппинга переменной представлена в разделе 2.

Параметр **Start_DT** определяет посылку кадра STARTDT в КП при установке соединения. По умолчанию установлено значение "Send" ("отправлять").

Сигнал управления **StartStopDt** предоставляет пользователю возможность ограничивать поток данных со стороны КП, в результате установки значения "1" модуль выдаёт управляющий (U) кадр STARTDT в КП, в результате которого КП должен начать посылку данных в ПУ. При установке значения сигнала "0", модуль вызывает отправку в КП кадра STOPDT, после чего КП должен остановить отправку данных в ПУ.

Примечание – Значение сигнала "по умолчанию" равно "0", а параметра **Start_DT** – "Send". Если пользователь захочет остановить поток и присвоит сигналу значение "0", то в CoDeSys произойдёт проверка сигнала на изменение, и так как значение не изменилось, оно не отправится в модуль. Для того, чтобы избежать этого, необходимо предварительно присвоить сигналу значение "1", хотя это не требуется для логики работы модуля.

4.3 Модуль ASDU (МЭК 104 Master)

Модуль **ASDU** является структурой данных с определенным составом сигналов и параметрами их передачи. Символьное обозначение модуля, используемое в сервисной программе – **ASDU**.

Настройка работы модуля **ASDU** в системе *CoDeSys* состоит из следующих этапов:

- 1 Настройка конфигурационных параметров (см. 4.3.1).
- 2 Конфигурирование передачи данных по протоколу *МЭК 104* (см. 4.3.2).
- 3 Соотнесение сигналов – аналогично IEC104S.

4.3.1 Настройка конфигурационных параметров модуля ASDU

Настройка конфигурационных параметров осуществляется на закладке просмотра и настройки модуля **ASDU**. Для выполнения операции следует:

- 1 Открыть закладку просмотра и настройки модуля **ASDU**, выделив имя модуля в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".
- 2 Перейти на закладку *Редактор параметров* (рисунок 35).

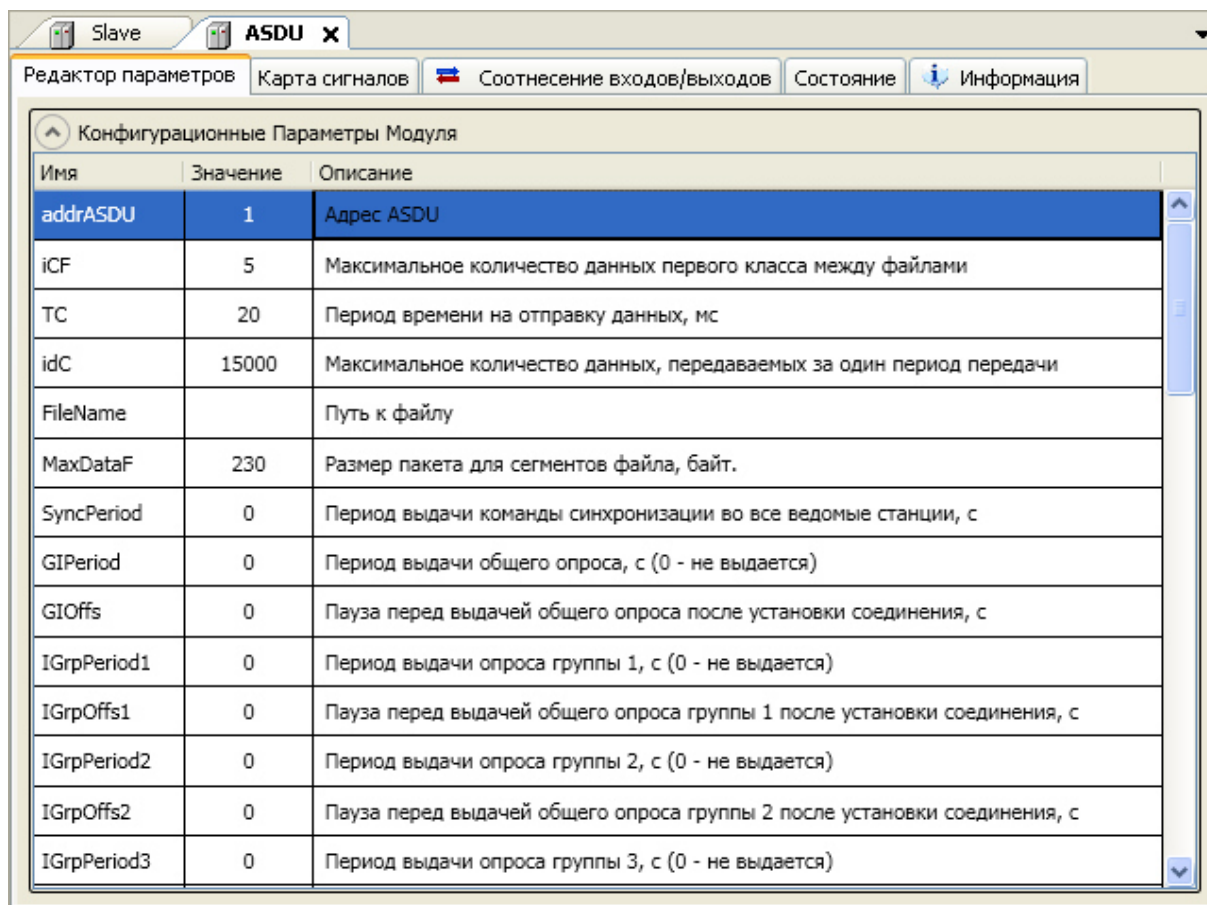


Рисунок 35 – Модуль ASDU. Закладка *Редактор параметров*

3 Настроить конфигурационные параметры модуля. Описание параметров представлено в таблице 20.

Таблица 20 – Модуль ASDU. Конфигурационные параметры

Имя	Значение по умолчанию	Описание
<i>addrASDU</i>	<i>1</i>	Адрес ASDU. Данный параметр содержит адрес данных прикладного уровня (логический адрес подчиненного устройства). Диапазон допустимых значений: от 1 до 65535
<i>iCF</i>	<i>5</i>	Максимальное количество данных первого класса между файлами. При одновременном наличии данных первого класса и файлов данный параметр задает максимальное количество циклов передачи данных первого класса, после чего разрешается передача одной части файла. Диапазон допустимых значений: от 1 до 20
<i>TC</i>	<i>20</i>	Период времени на отправку данных, мс. Диапазон допустимых значений: от 1 до 65 535
<i>idC</i>	<i>15000</i>	Максимальное количество данных (частей, сегментов) файлов, передаваемых за один период передачи. Диапазон допустимых значений: от 255 до 50 000
<i>FileName</i>	<i>"</i>	Путь к файлу. Задается путь к файлу модуля, данные которого необходимо получить
<i>MaxDataF</i>	<i>230</i>	Размер пакета для сегментов файла, байт. Диапазон допустимых значений: от 39 до 232
<i>SyncPeriod</i>	<i>0</i>	Период выдачи команды синхронизации во все ведомые станции. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>GIPeriod</i>	<i>0</i>	Период выдачи общего опроса, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>GIOffs</i>	<i>0</i>	Пауза перед выдачей общего опроса после установки соединения, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>IGrpPeriod 1...16</i>	<i>0</i>	Период выдачи опроса группы 1...16. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>IGrpOffs 1...16</i>	<i>0</i>	Пауза перед выдачей общего опроса группы 1...16 после установки соединения, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>GICntPeriod</i>	<i>0</i>	Период выдачи общего опроса счетчиков, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>GICntOffs</i>	<i>0</i>	Пауза перед выдачей общего опроса счетчиков, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>ICntGrpPeriod 1...4</i>	<i>0</i>	Период выдачи опроса группы счетчиков 1...4. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535
<i>ICntGrpOffs 1...4</i>	<i>0</i>	Пауза перед выдачей общего опроса группы счетчиков 1...4 после установки соединения, с. Диапазон допустимых значений: от 0 до 65 535

Модуль **ASDU**, входящий в состав программного модуля **IEC104M**, имеет набор выходных сигналов, аналогичный набору сигналов модуля **ASDU**, входящего в состав программного модуля **IEC104S** (см. 3.3). Выходные сигналы отображаются на закладке **Соотнесение входов/выходов** (рисунок 36), описание которых представлено в таблице 9.

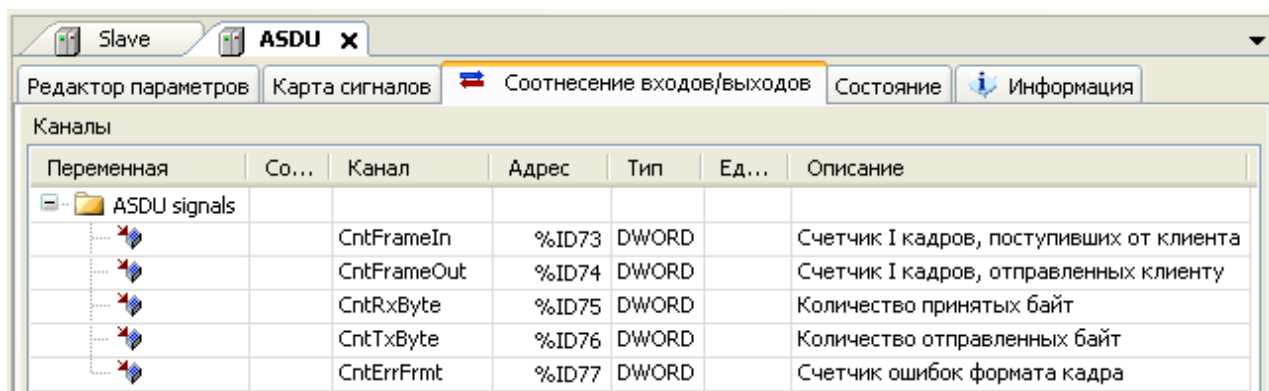


Рисунок 36 – Модуль ASDU. Закладка *Соотнесение входов/выходов*

4.3.2 Конфигурирование передачи данных модуля ASDU

4.3.2.1 Группы и секции

Формирование сигналов для чтения/записи данных в модуле **ASDU**, входящего в состав программного модуля **IEC104M**, по протоколу *МЭК 104 Master* осуществляется через создание групп сигналов и их атрибутов, описывающих один непрерывный блок данных. Группы сигналов могут быть логически объединены в секции.

Группы сигналов модуля **ASDU** имеют следующие атрибуты (рисунок 37):

- **Имя** – задает условное наименование блока данных;
- **Стартовый адрес** – определяет положение непрерывной области адресов, в которой располагаются данные;
- **Количество данных** – определяет количество данных в блоке;
- **Тип данных** – идентификатор типа по стандарту для соответствующего блока данных;
- **Тип передачи**;
- **Группа**;
- **Описание**.

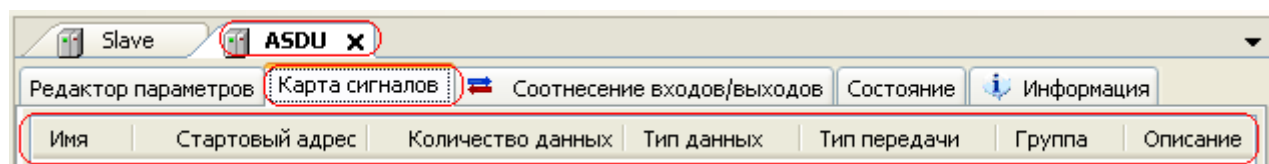


Рисунок 37 – Модуль ASDU. Атрибуты карты сигналов

При двойном нажатии левой кнопки "мыши" в области отображения значений любого атрибута, открывается окно редактирования **"Редактор канала"**, описание которого представлено в 4.3.2.2.

4.3.2.2 Порядок формирования групп сигналов

Для создания групп сигналов следует:

- 1 Вызвать закладку просмотра и настройки данных модуля, выделив имя модуля **ASDU** в дереве устройств и дважды нажав левую кнопку "мыши".
- 2 Выбрать закладку **Карта сигналов**.
- 3 Вызвать контекстное меню и выбрать команду **Создать группу...**
- 4 В окне **"Редактор канала"** (рисунок 38) в поле **Имя**: задать имя группы, в поле **Описание**: текстовое описание группы.

Рисунок 38 – Модуль ASDU. Окно "Редактор канала" для типов 001-070, 110-113

5 Задать атрибуты канала с помощью элементов группы *Параметры канала*:

5.1 В списке *Протокольный тип*: выбрать необходимый идентификатор типа сигнала, поступающего от модуля в ЦП. Возможные варианты идентификаторов типа ASDU представлены в таблице 1.

5.2 Настроить необходимые параметры в зависимости от выбранного идентификатора типа сигнала, который выбирается пользователем в соответствии с определенной задачей пользователя:

- ☐ *формирование сигналов информации о процессе в направлении контроля и управления, информации о системе в направлении контроля* (сигналы с типом 001-070), *параметрами в направлении управления* (сигналы с типом 110-113) (см. 4.3.2.2.1)
- ☐ *формирование команды опроса* (сигналы с типом 100) (см. 4.3.2.2.2);
- ☐ *формирование команды опроса счетчиков* (сигналы с типом 101) (см. 4.3.2.2.3);
- ☐ *формирование сигналов системной информации в направлении управления* (сигналы с типами 102–107) (см. 4.3.2.2.4).

6 Настроить параметры привязки и автонаименования. Описание процесса настройки представлено в пункте 6 подраздела 3.3.2.3.

4.3.2.2.1 Формирование сигнала информации о процессе в направлении контроля и управления и информации о системе в направлении контроля (тип 001–070) и параметров в направлении управления (тип 110–113)

Для сигналов с типом 001–070 и 110–113 (рисунок 38) необходимо:

- 1 С помощью счетчика *Стартовый адрес*: установить начальный адрес блока данных.
- 2 С помощью счетчика *Количество данных*: установить количество данных в блоке.

Особенностью сигналов типа 110–112 является то, что они являются гибридом команд и данных: с одной стороны они имеют все признаки команд, отправляются в КП, в ответ должен прийти ответ, с другой – значения, которые были отправлены, могут быть прочитаны по общему опросу как данные. Сигнал типа 113 такой особенностью не обладает, это обычная команда.

4.3.2.2.2 Формирование сигнала команды опроса (тип 100)

Для сигналов с типом 100 (рисунок 39) необходимо в выпадающем списке **Группа:** задать принадлежность сигнала к группе опроса, выбрав номер соответствующей группы опроса. Допустимое количество групп опроса – 16.

Для формирования общего опроса необходимо выбрать группу 0.

Пользователь может задать принадлежность сигнала к определенной группе только один раз, т.е. при повторном создании сигнала с типом 100 номер группы опроса, который уже используется, не отображается в выпадающем списке выбора номера группы.

Редактор канала

Имя: Group_0001

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 100 (C_IC_NA_1)

Стартовый адрес: 0

Количество данных: 1

Группы

Группа: 1

1
2
3
4
5
6
7
8

▼ Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 39 – Модуль МЭК 104 TCP-Master. Окно "Редактор канала" для типа 100

4.3.2.2.3 Формирование сигнала команды опроса счетчиков (тип 101)

Для сигналов с типом 101 (рисунок 40) необходимо в выпадающем списке **Группа:** задать принадлежность сигнала к группе опроса, выбрав номер соответствующей группы опроса. Допустимое количество групп опроса – 5.

Для формирования общего опроса необходимо выбрать группу 5.

Редактор канала

Имя: Group_0002

Описание:

Параметры канала

Протокольный тип: 101 (C_CI_NA_1)

Стартовый адрес: 0

Количество данных: 1

Группы

Группа: 1

1
2
3
4
5

▼ Привязка и автоименование

OK Отмена

Рисунок 40 – Модуль МЭК 104 TCP-Master. Окно "Редактор канала" для типа 101

Пользователь может задать принадлежность сигнала к определенной группе только один раз, т.е. при повторном создании сигнала с типом 101 номер группы опроса, который уже используется, не отображается в выпадающем списке выбора номера группы.

4.3.2.2.4 Формирование сигнала системной информации в направлении управления (типы 102–107)

Пользователь может задать сигнал с типом 102–107 (рисунок 41) только один раз.

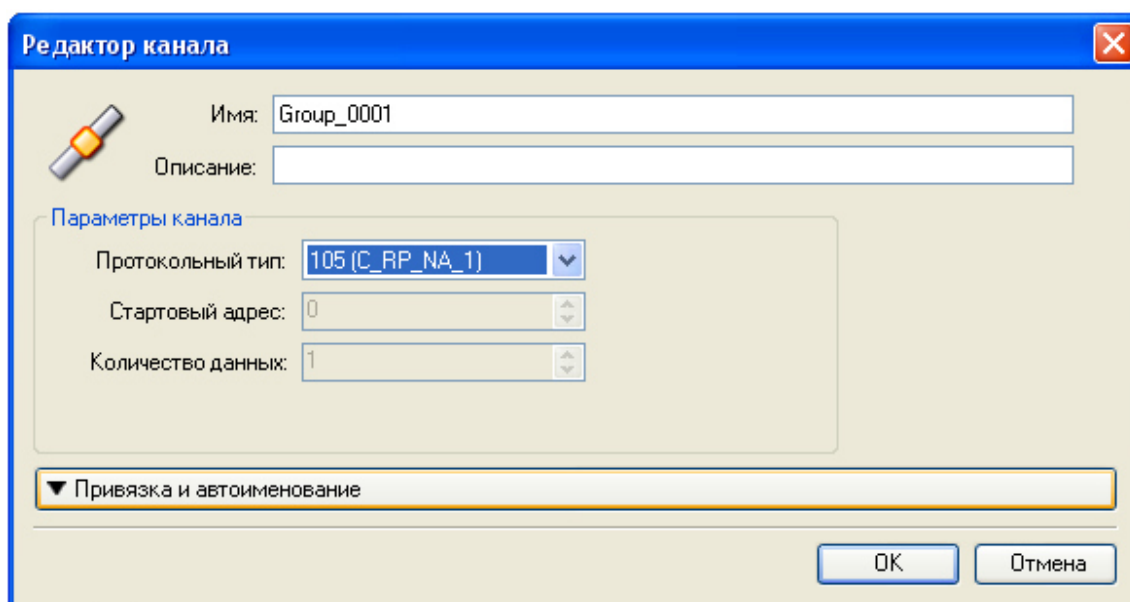


Рисунок 41 – Модуль МЭК 104 TCP-Master. Окно "Редактор канала" для типов 102–107

4.3.3 Настройка обмена данными по интерфейсу TCP

Для обеспечения обмена сигналами по интерфейсу TCP требуется назначить коммуникационный слот (*CommSlot*) модулю **МЭК 104 TCP-Master** и выполнить настройку его параметров так же, как и для **МЭК 104 TCP-Slave** (см. 3.3.7.1 и 3.3.7.2). Отличие состоит в том, чтобы выбрать значение параметра *ModeTransport* в конфигурационных параметрах *CommSlot* (см. таблицу 14) не *TCP Server*, а *TCP Client*. При этом появится дополнительный параметр – *SlaveIPAddress*, который нужно будет заполнить адресом КП, с которым будет обмен данными. На рисунке 42 представлен вид закладки *Редактор параметров* коммуникационного слота *CommSlot* с конфигурационными параметрами.

Конфигурационные Параметры Модуля		
Имя	Значение	Описание
Port	2404	Номер порта
MaxConnections	1	Количество соединений
ModeTransport	TCP Client	Режим работы транспортного уровня: 0 - в качестве транспортного уровня использовать TCP Server; 1 - в качестве транспортного уровня использовать TCP Client
SendBuff	4096	Размер буфера хранения перед отправкой
TCP_NoDelay	4	Отключение алгоритма Нагеля (Nagle algorithm) для обеспечения передачи данных без ожидания заполнения пакета
SlaveIPAddress	10.25.1.31	

Рисунок 42 – Конфигурационные параметры *CommSlot*. Закладка *Редактор параметров*

4.3.4 Особенности работы модуля МЭК 104 TCP-Master

В связи с тем, что сервер может присылать значения одного и того же сигнала, отмеченного одновременно несколькими флагами отправки, с разными причинами, то эти значения могут:

1 Поступать к мастеру не в хронологическом порядке. Например, новое значение сигнала со спорадической причиной передачи отправится раньше значения этого же сигнала с причиной передачи общего опроса с предыдущим значением сигнала. Если мастер не имеет возможности положить эти значения в разные буферы, то пришедшее старое значение общего опроса перекроет ранее пришедшее новое спорадическое значение.

2 Перетирать еще необработанные значения, если размер буфера недостаточен для хранения количества значений как минимум, равному количеству всех флагов отправки у данного сигнала.

Например, если сигнал отправляется от сервера к мастеру с некоторой периодичностью спорадически и с другой периодичностью по опросу групп, то со временем эти значения поступят почти одновременно с интервалом меньшим, чем интервал задачи пользователя. В этом случае, при размере буфера по умолчанию равном "2", произойдет обновление первого значения вторым. Если первым значением является спорадическое значение, а вторым – значение при опросе группы, то, возможно, обновление старым значением более позднего нового, так как из сервера спорадическое значение должно будет отправиться раньше, чем по опросу группы, так как оно более приоритетное.

Существует два варианта устранения подобных потерь данных:

- 1 Не использовать для одного сигнала более одного флага отправки.
- 2 Распределять в задаче пользователя данные от КП сразу при поступлении в разные буферы в зависимости от причины передачи.

При этом, если интенсивность потока данных от сервера выше, чем способность мастера принимать данные, то потери данных всё равно будут.

