



ООО «АСУ ПРО»



**Контроллер программируемый  
ERGON  
(ПЛК КАПП-82-168 модификация 4)**

**Руководство по эксплуатации**

**73619730.425200.005 РЭ**

**/Редакция 3.1/**

Изготовитель:  
ООО «АСУ ПРО»  
460000, Оренбургская область, г.о. город Оренбург, г. Оренбург,  
улица Черепановых, дом 7  
Тел./факс: +7 (3532) 689-088, 689-241

E-mail: [asupro@asupro.ru](mailto:asupro@asupro.ru)

г. Оренбург 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание и работа изделия.....	4
1.1	Назначение.....	4
1.2	Технические характеристики.....	4
1.3	Состав изделия.....	10
1.4	Устройство и работа.....	10
1.5	Маркировка и пломбирование.....	11
1.6	Упаковка.....	11
2	Использование по назначению.....	12
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	12
2.2	Подготовка изделия к использованию.....	12
2.2.1	Монтаж контроллера.....	12
2.2.2	Монтаж внешних связей.....	12
2.3	Использование изделия.....	15
2.3.1	Установка интегрированной среды разработки CODESYS V3.5.....	15
2.3.2	Установка пакета для программирования КАПП.....	20
2.3.3	Установка новых файлов целевой платформы КАПП.....	25
2.3.4	Физическое подключение к ПК и определение IP-адреса контроллера КАПП.....	28
2.3.5	Установка произвольного сетевого адреса.....	31
2.3.6	Обновление внутреннего программного обеспечения.....	32
2.3.7	Сброс пользовательской программы.....	34
2.3.8	Создание первого проекта.....	35
2.3.9	Установка связи с контроллером.....	39
2.3.10	Загрузка программы в контроллер.....	41
2.3.11	Добавление устройств ввода-вывода.....	44
3	Работа с библиотеками CODESYS.....	47
3.1	Работа со стандартной библиотекой Standard.lib.....	47
3.1.1	Строковые функции.....	47
3.1.2	Переключатели.....	50
3.1.3	Детекторы импульсов.....	51
3.1.4	Счетчики.....	52
3.1.5	Таймеры.....	54
3.2	Работа с библиотеками SmpModbusKAPP82 для реализации протокола Modbus.....	57
3.2.1	Работа в качестве ведомого устройства по интерфейсам RS-485, RS-232 (Modbus RTU Slave).....	58
3.2.2	Работа в качестве ведомого устройства по интерфейсу Ethernet (Modbus TCP Slave).....	67
3.2.3	Работа в качестве ведущего устройства по интерфейсам RS-485, RS-232 (Modbus RTU Master).....	67
3.2.4	Работа в качестве ведущего устройства по интерфейсу Ethernet (Modbus TCP Master).....	72
3.2.5	Преобразование чисел с плавающей точкой для передачи по Modbus.....	75
3.3	Работа с драйверами МЭК 60870-5.....	80
3.3.1	Настройка проекта.....	80
3.3.2	Спорадическая передача информации.....	82
3.3.3	Обработка ASDU.....	83

Согласовано

Подп. и дата

Инв. № подл.

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал				Тимонов Е.С.	
Н. Контр					
Г И П					

Контроллер программируемый ERGON  
(ПЛК КАПП-82-168 модификация 4)

Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
	2	149

ООО «АСУ ПРО» 

3.3.4	Обработка команды опроса.....	87
3.4	Работа с функциями времени контроллера КАПП-82-168 (библиотека SysTime).....	90
3.4.1	Функции SysTimeCore.....	91
3.4.2	Функции SysTimeRtc.....	94
3.5	Работа с SD картой контроллера КАПП-82-168 .....	97
3.5.1	Работа с SD картой контроллера КАПП-82-168 с помощью библиотеки SysFile .....	99
3.6	Работа с портами USART (RS232 / 485) контроллера КАПП-82-168 с помощью библиотеки SysCom .....	102
3.7	Работа с Ethernet портом с помощью библиотеки SysSocket .....	109
3.7.1	Работа Сервера .....	110
3.7.1	Работа Клиента .....	120
4	Техническое обслуживание .....	124
4.1	Общие указания.....	124
4.2	Меры безопасности .....	124
4.3	Порядок технического обслуживания изделия .....	124
4.4	Консервация .....	125
5	Хранение.....	125
6	Транспортирование.....	125
7	Утилизация .....	125
8	Гарантийные обязательства .....	126
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	127
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	128
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	130
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	134
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	135
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	137
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	139
	ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	141

Согласовано

Подп. и дата

Инв. № подл.

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал				Тимонов Е.С.	
Н. Контр					
Г И П					

Контроллер программируемый ERGON  
(ПЛК КАПП-82-168 модификация 4)

Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
	2	149

ООО «АСУ ПРО»



Руководство по эксплуатации содержит сведения, необходимые для обеспечения правильной эксплуатации и полного использования технических возможностей программируемого контроллера ERGON (ПЛК КАПП-82-168 модификация 4).

Согласовано			

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №
		Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист
3

# 1 Описание и работа изделия

## 1.1 Назначение

Контроллер программируемый ERGON (ПЛК КАПП-82-168 Контроллер для Автоматизации Производственных Процессов) (в дальнейшем – контроллер), предназначен для построения распределенных и локальных автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), выполнения измерений электрических сигналов от первичных преобразователей с унифицированными входами, преобразования их и вычисления значений физических величин. Контроллер осуществляет формирование выходных сигналов для автоматизированного управления в реальном масштабе времени технологическими процессами и объектами.

Контроллер может применяться на объектах нефтяной, газовой и нефтехимической промышленности, а также в других областях промышленности для создания автоматизированных измерительных и управляющих систем различной конфигурации.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики контроллера приведены в таблицах 1-15.

Таблица 1 физические условия окружающей среды для рабочих условий эксплуатации

№	Характеристика		Значение
1	Температура окружающего воздуха, °С	максимальная	60
2		минимальная	минус 40
3	Относительная влажность окружающего воздуха, %	максимальная	95 (без конденсации)
4		минимальная	10
5	Атмосферное давление, кПа	максимальное	106,7
6		минимальное	79,5 (эквивалентно высоте над уровнем моря 2000 м)

Таблица 2 физические условия окружающей среды для транспортировки и хранения

№	Характеристика		Значение
1	Температура окружающего воздуха, °С	максимальная	70
2		минимальная	минус 40
3	Относительная влажность окружающего воздуха, %	максимальная	95 (без конденсации)
4		минимальная	10
5	Атмосферное давление, кПа	максимальное	106,7
6		минимальное	70 (эквивалентно высоте над уровнем моря 3000 м)

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инд. № подл.

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

4

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата

Формат А4

Таблица 3 нормальные условия эксплуатации

№	Характеристика		Значение
1	Температура окружающего воздуха, °С		23 ± 5
3	Относительная влажность окружающего воздуха, %	максимальная	80
4		минимальная	30
5	Атмосферное давление, кПа	максимальное	106
6		минимальное	84

Таблица 4 параметры защиты

№	Характеристика	Значение
1	Степень защиты корпуса контроллера от проникновения твёрдых предметов, пыли и воды в соответствии с ГОСТ 14254-96	IP20
2	Степень загрязнения по ГОСТ ИЕС 61131-2-2012 при которой контроллер работоспособен	1

Таблица 5 номинальные значения и рабочие диапазоны электропитания

№	Характеристика		Значение
1	Номинальное напряжение, В		24
2	Род тока		Постоянный
3	Предельное отклонение от номинального	максимальное $U_{max}$ , %	+20 (28,8 В)
4		минимальное $U_{min}$ , %	-15 (20,4 В)
5	Потребляемая мощность, Вт		1,56
6	Общая переменная составляющая с пиковым значением от номинального до, %		5

Таблица 6 резервное электропитание запоминающих устройств (ЗУ)

№	Характеристика		Значение
1	Обеспечение резервного электропитания энергозависимой памяти для сохранения информации	при рабочих условиях эксплуатации не менее, ч	100000
2		при температуре не выше 25 °С в случае, если источник энергии номинальной мощности, ч	100000
3	Замена источника резервного электропитания	интервал замены, лет	10
4		рекомендуемый метод замены	Замена только при включенном питании
5		влияние замены на контроллер	При включенном питании влияние отсутствует, при отключенном теряются данные в ЗУ

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

5

Таблица 7 характеристики интерфейса RS-232

№	Характеристика		Значение
1	Количество интерфейсов	Изолированных	1 шт.: COM2 (сигналы: RxD, TxD, GND)
2		Неизолированных	<b>отсутствует в данной модификации</b>
3	Скорость передачи данных	максимальная	115,2 кбит/с
4		минимальная	9,6 кбит/с
5	Протокол связи		modbus RTU
6	Характеристики кабеля	длина не более, м	15

Таблица 8 характеристики интерфейса RS-485

№	Характеристика		Значение
1	Количество интерфейсов	Изолированных	3 шт.: COM1, COM3, COM4
2	Встроенный резистор для согласования драйвера с кабелем с волновым сопротивлением 120 Ом		120 Ом
3	Подключение встроенного резистора		С помощью джампера
4	Режим передачи данных		Полудуплекс
5	Скорость передачи данных	максимальная	115,2 кбит/с
6		минимальная	9,6 кбит/с
7	Число абонентов (нагрузочная способность), шт		до 31
8	Протокол связи		Modbus RTU
9	Характеристики кабеля	длина не более, м	1200

Таблица 9 характеристики интерфейса Ethernet

№	Характеристика		Значение
1	Количество интерфейсов		1
2	Протокол связи		Modbus TCP
3	Скорость передачи данных		до 100 Мбит/с
4	Характеристики кабеля	тип кабеля	UTP
5		категория кабеля	5
6		длина не более, м	100

Таблица 10 массогабаритные характеристики

№	Характеристика		Значение
1	Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм		209×104×58
2	Масса, кг, не более		0,45

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

6

Формат А4

Таблица 11 характеристики аналоговых входов

№	Характеристика		Значение
1	Диапазон входного сигнала	в режиме измерения силы тока, мА	от 4 до 20
2			от 0 до 20
3		в режиме измерения напряжения, В	от 0 до 5
4			± 5
5	Тип входа		дифференциальный
6	Количество аналоговых входов		8
7	Переключение режима измерения ток/напряжение		С помощью джампера
8	Входное сопротивление (определяется сопротивлением встроенного резистора), Ом		200
9	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %	в режиме измерения силы тока от 4 до 20 мА	± 0,1
10		в режиме измерения силы тока от 0 до 20 мА	± 0,075
11		в режиме измерения напряжения от 0 до 5 В	± 0,06
12		в режиме измерения напряжения ± 5 В	± 0,03
13	Пределы допускаемой приведенной дополнительной погрешности вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий на каждые 10 °С, %	в режиме измерения силы тока	± 0,01
14		в режиме измерения напряжения	± 0,01
15	Максимальная приведенная погрешность во всем рабочем температурном диапазоне, %	в режиме измерения силы тока от 4 до 20 мА	± 0,165
16		в режиме измерения силы тока от 0 до 20 мА	± 0,14
17		в режиме измерения напряжения от 0 до 5 В	± 0,125
18		в режиме измерения напряжения ± 5 В	± 0,095
19	Разрядность АЦП, бит		14
20	Цифровое представление полной шкалы		от 0 до 16384
21	Цена единицы наименьшего разряда	в режиме измерения силы тока, мкА	3,05
22		в режиме измерения напряжения, мВ	0,61
23	Питание		От внешнего источника постоянного тока 24 В

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

7

Формат А4



Таблица 12 характеристики аналоговых выходов

№	Характеристика		Значение
1	Диапазон выходного сигнала, мА		от 4 до 20
2	Количество аналоговых выходов	Изолированных	2
3	Гальваническая развязка		Индивидуальная
4	Сопротивление нагрузки		≤ 1300 Ом
5	Защита от повышения сопротивления нагрузки вплоть до холостого хода		Присутствует
6	Установка безопасного состояния		Присутствует (осуществляется переключением положения джампера)
7	Нижнее значение безопасного состояния (ERR_LOW), мА		3,37
8	Верхнее значение безопасного состояния (ERR_HIGH), мА		21,74
9	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %		± 0,1
10	Пределы допускаемой приведенной дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий на каждые 10 °С, %		± 0,023
11	Максимальная приведенная погрешность во всем рабочем температурном диапазоне, %		± 0,25
12	Способ формирования выходного сигнала		ШИМ
13	Питание от внешнего источника постоянного тока	U <sub>min</sub>	21,6 В
		U <sub>nom</sub>	24 В
		U <sub>max</sub>	26,4 В
14	Поведение выходов при	потере связи с процессором	Переход в безопасное состояние
15		включении питания контроллера	Безопасное состояние до начала работы программы
16		выключении питания контроллера	Переход в безопасное состояние
17		уменьшения напряжения в рабочем диапазоне	Нормальное функционирование

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

8

Таблица 13 характеристики дискретных (цифровых) входов

№	Характеристика		Значение
1	Тип подключаемых датчиков		коммутационные устройства
2	Напряжение питания	максимальное $U_{max}$ , В	27
3		номинальное $U$ , В	24
4		минимальное $U_{min}$ , В	21
5	Род тока		Постоянный
6	Питание		От внешнего источника
7	Количество цифровых входов		16
8	Наличие общих точек между каналами		Да, группами по 4 шт.
9	Гальваническая изоляция дискретных входов		Групповая
10	Состояние "0"	ток не более, мА	0,3
11	Состояние "1"	ток не менее, мА	1,0
12		ток не более, мА	1,8

Таблица 14 характеристики дискретных (цифровых) выходов

№	Характеристика		Значение
1	Номинальный ток (состояние "1"), А		0,5
2	Количество цифровых выходов		8
3	Полный ток модуля, А		2
4	Тип защиты		Незащищенные
5	Тип цифрового выхода		Транзисторный - открытый коллектор
6	Установка защитного устройства от перегрузки по току		Внешний предохранитель, устанавливается пользователем
7	Наличие общих точек между каналами		Да, группами по 4 шт.
8	Напряжение питания	максимальное $U_{max}$ , В	27
9		номинальное $U$ , В	24
10		минимальное $U_{min}$ , В	21
11	Род тока		Постоянный

Таблица 15 характеристики процессорного ядра

№	Характеристика		Значение
1	Ядро устройства		ARM Cortex M7
2	Тактовая частота ядра, МГц		216
3	Тип памяти для хранения программ (ПЗУ)		Flash
4	Объем памяти для хранения программ (ПЗУ), кбайт		2048
5	Объем памяти для хранения данных (ОЗУ), кбайт		532 + 4096

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

6	Тип памяти для сохранения данных состояния контроллера на случай отключения питания	FRAM
7	Объем памяти для сохранения данных состояния контроллера на случай отключения питания, кбайт	128
8	Среда разработки прикладных программ	CodeSYS v3

#### 1.2.2 Показатели надежности (безотказности):

- средняя наработка на отказ в нормальных условиях с учетом технического обслуживания, предусмотренного настоящим руководством, не менее 100000 ч.
- срок службы не менее 10 лет.

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 Контроллер изготавливается в пластмассовом корпусе, предназначенном для крепления на DIN-рейку 35мм. Подключение всех внешних связей осуществляется через разъемные соединения, расположенные по двум боковым сторонам контроллера. Открытие корпуса для подключения внешних связей не требуется (за исключением необходимости программирования).

Разъемы контроллера:

- X1 – питание 24В;
- X5 – microSD (для подключения карты памяти);
- X6 – Ethernet RJ-45 (предназначен для использования экранированных (STP, FTP) и неэкранированных (UTP) кабелей);
- X9, X10 – аналоговые входа AI;
- X11 – COM1 RS-485 (гальванически изолированный);
- X12 – COM2 RS-232 (гальванически изолированный);
- X13 – COM3 RS-485 (гальванически изолированный);
- X14 – COM4 RS-485 (гальванически изолированный);
- X15, X16 – аналоговые выхода АО;
- X17, X18 – дискретные входа DI;
- X19 – подключение модулей расширения;
- X20, X21 – дискретные выхода DO.

1.3.2 Комплект поставки контроллера приведен в таблице 16.

Таблица 16

№	Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.
1	Контроллер программируемый	КАПП-82-168	1
2	Руководство по эксплуатации	73619730.425200.005 РЭ	1
3	Паспорт	73619730.425200.005 ПС	1
4	Методика поверки	МП 201-002-2017	1

### 1.4 Устройство и работа

Контроллер состоит из центрального процессора и микросхем, осуществляющих функции дискретных, аналоговых входов и выходов, а также поддержку коммуникационных интерфейсов.

Контроллер содержит элемент питания, используемый для обеспечения работы часов реального времени и резервной памяти при отсутствии основного питания.

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		
				Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

10

Срок работы часов реального времени и резервной памяти от элемента питания составляет 12 лет.

Программирование контроллера производится при помощи с помощью среды CODESYSV3.5. В качестве интерфейса связи со средой программирования используется Ethernet.

Метрологически значимым программным обеспечением (ПО) контроллеров является встроенное программное обеспечение (ВСПО), которое устанавливается в энергонезависимую память контроллеров на заводе изготовителе. В процессе эксплуатации изменение ВСПО пользователем невозможно (уровень защиты «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014).

Идентификационные данные ВСПО приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Идентификационные данные метрологически значимого ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ASU PRO PLC1
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Версия ПО не ниже 16.11
Цифровой идентификатор ПО	Номер версии

### 1.5 Маркировка и пломбирование

Состав и содержание основных маркировочных данных:

- наименование страны;
- наименование предприятия-изготовителя;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- наименование КАПП-82-168;
- номер, присвоенный контроллеру при изготовлении;
- дата изготовления;
- параметры питания;
- условия эксплуатации;
- IP.

Маркировочная табличка располагается на боковой стороне корпуса прибора. Пломбирование не предусмотрено.

### 1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковывание контроллера производится в закрытом помещении при температуре окружающего воздуха от 15 °С до 40 °С и относительной влажности до 80 % по ГОСТ 23170-78. Контроллеры, прошедшие консервацию, обернутые упаковочной бумагой по ГОСТ 8273-75, упаковываются в потребительскую тару (в коробки из гофрированного картона по ГОСТ Р 52901-2007). Пространство между устройствами и стенками потребительской тары должно быть уплотнено.

1.6.2 Принятые представителем заказчика контроллеры должны быть упакованы отдельно в транспортную тару (коробки из гофрированного картона), плотно заполняя в них свободные места. В каждую коробку должен вкладываться упаковочный лист.

1.6.3 Сопроводительная документация (эксплуатационная (п. 2-4 таблицы 15) и товаросопроводительная) должна быть уложена в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354-82, которые помещают в транспортную тару.

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
11

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

Контроллер должен эксплуатироваться:

- в закрытых помещениях или шкафах электрооборудования, конструкция которых должна обеспечивать защиту контроллера от попадания на контакты выходных разъемов и внутренних элементов влаги, грязи, пыли и посторонних предметов (см. таблицу 4);
- при физических условиях окружающей среды указанных в таблице 1, запрещается использование контроллера при наличии в окружающей среде кислот, щелочей, масел и иных агрессивных веществ.

### 2.2 Подготовка изделия к использованию

#### 2.2.1 Монтаж контроллера

Подготовить место в шкафу электрооборудования. Укрепить контроллер на DIN-рейку защелкой вниз.

Рекомендуемые расстояния при монтаже:

- между приборами в ряду: не менее 10 мм;
- между рядом приборов и кабельным каналом: не менее 30 мм.

При размещении контроллера следует помнить, что при эксплуатации открытые контакты клемм могут находиться под напряжением, опасным для человеческой жизни. Доступ внутрь таких шкафов разрешен только квалифицированным специалистам.

#### 2.2.2 Монтаж внешних связей

2.2.2.1 Питание контроллера следует осуществлять от локального блока питания подходящей мощности, установленного совместно с контроллером в шкафу электрооборудования. Во внешней цепи блока питания рекомендуется установить выключатель, обеспечивающий отключение контроллера от сети. Питание каких-либо устройств от сетевых контактов контроллера запрещается.

2.2.2.2 Подключение интерфейса RS-485 выполняется по трехпроводной схеме. Подключение производить при отключенном напряжении питания всех устройств сети RS-485. Длина линии связи должна быть не более 1200 метров. Подключение следует осуществлять витой парой проводов, соблюдая полярность. Провод А подключается к выводу А контроллера, аналогично соединяются выводы В. Подключение производить при отключенном питании всех устройств в линии RS-485.

2.2.2.3 Подключение интерфейса Ethernet производится 8-ми жильным кабелем «витая пара» категории 5. На кабель установить оконечные разъемы типа RJ-45(8C8P). Ответную часть кабеля подключить к Ethernet-концентратору, к сетевой плате компьютера или к иному оборудованию. При подключении к концентратору используется обычный (прямой) кабель, при подключении к сетевой плате или к иному оборудованию используется кабель с перекрестным монтажом.

2.2.2.4 Подключение интерфейса RS-232 выполняется через порты, расположенные снизу и сверху панели контроллера. Ответную часть кабеля вставить в COM-порт компьютера или другого устройства с поддержкой данного интерфейса.

2.2.2.5 Подключение источников сигналов к аналоговым и дискретным входам, а также подключение исполнительных механизмов к аналоговым и дискретным выходам

Согласовано					
Изн. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.			

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

12

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата

осуществлять, предварительно отключив питание контроллера, подключаемые датчики и исполнительные механизмы.

Для обеспечения надежности электрических соединений рекомендуется использовать многожильные медные кабели, сечением не более 1,5 мм<sup>2</sup>, концы которых перед подключением следует зачистить и облудить или обжать в наконечники. Зачистку кабелей необходимо выполнять с таким расчетом, чтобы срез изоляции плотно прилегал к клеммной колодке, т.е. чтобы оголенные участки провода не выступали за ее пределы.

**Внимание!!! Все переключения контроллера производить при отключенном питании.**

Согласовано					
Инов. № подл.					
Подп. и дата					
Взаим. инв. №					
Взаим. инв.					

						73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							13
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

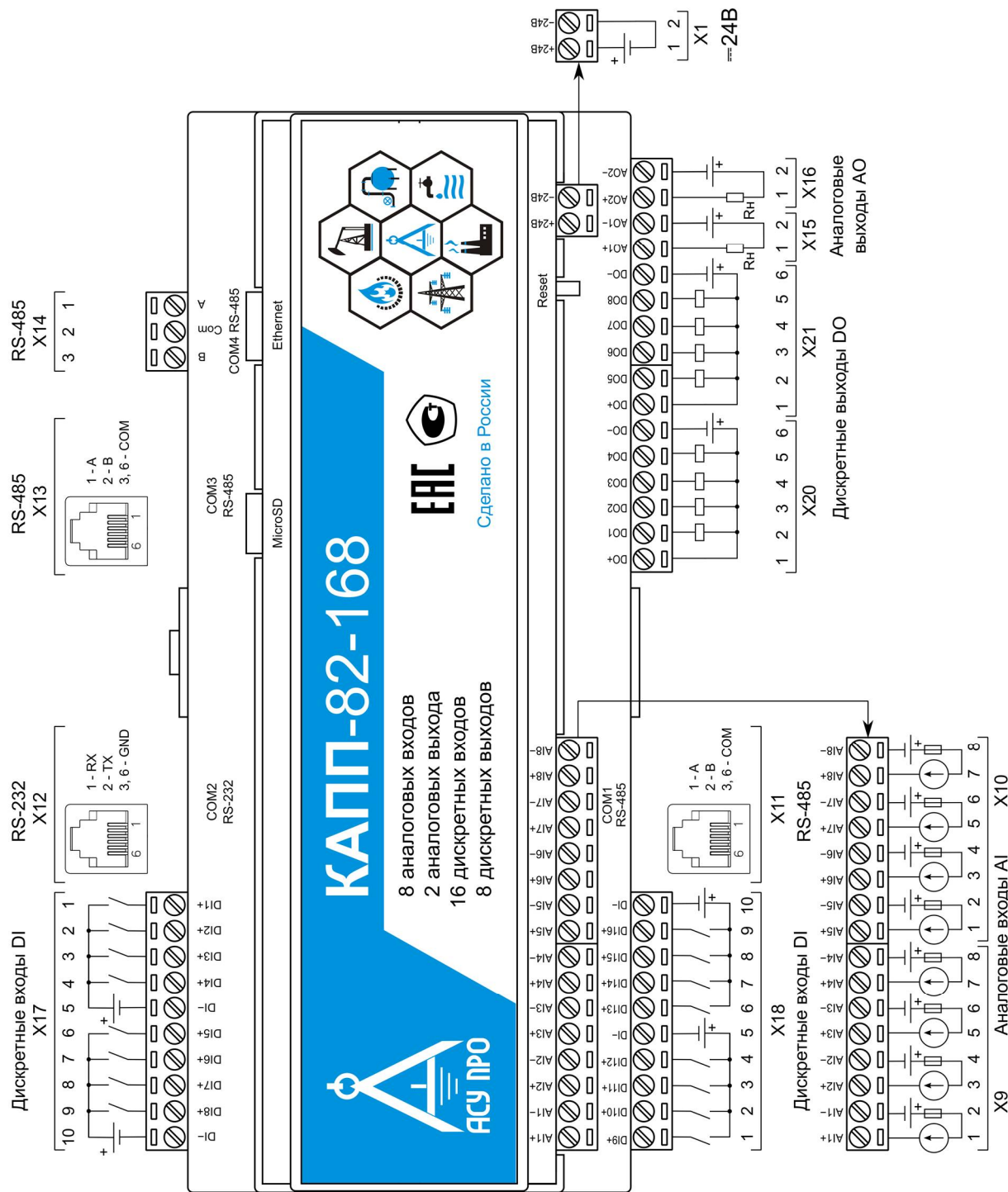


Рисунок 1 – Схема подключения контроллера

## 2.3 Использование изделия

### 2.3.1 Установка интегрированной среды разработки CODESYS V3.5

Контроллер программируется с помощью среды CODESYS V3.5 версии не ниже SP8 Patch 3. Среда программирования CODESYS и другие файлы, необходимые для её работы, находятся на оптическом диске, входящем в комплект поставки контроллера.

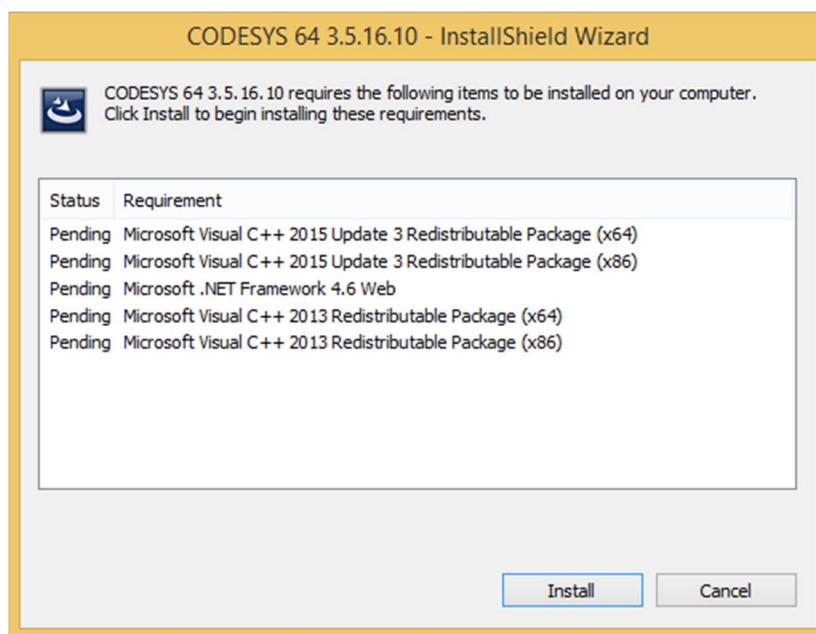
Последнюю версию CODESYS можно скачать по ссылке: <https://store.codesys.com/codesys.html>, предварительно зарегистрировавшись. На выбор есть версия для 32 битной и 64 битной операционной системы (ОС) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Выбор разрядности CODESYS

**Важно!!! Версия скачиваемого файла должна соответствовать разрядности вашей операционной системы.**

Вес программы установки порядка 1,2 Гбайт. После скачивания нужно запустить файл CODESYS XX.Y.Y.YY.YY.exe (где - XX разрядность выбранного файла, а Y.Y.YY.YY. версия CODESYS). В нашем случае CODESYS 64 3.5.16.10.exe. Первым делом установщик предложит установить необходимые компоненты (рисунок 3).



Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.



Рисунок 3 – Окно установки необходимых компонентов

Нужно нажать кнопку «Установить» («Install»). После чего компоненты начнут последовательно устанавливаться на ваш ПК.

**Важно!!! Установка некоторых компонентов требует подключение к сети интернет.**

Далее потребуется перезагрузка ПК. После перезагрузки инсталляция продолжится. Возможно, в появившемся окне, нужно будет снова нажать кнопку «Установить» («Install») для продолжения. После установки всех необходимых компонентов появится окно установки среды CODESYS (рисунок 4).

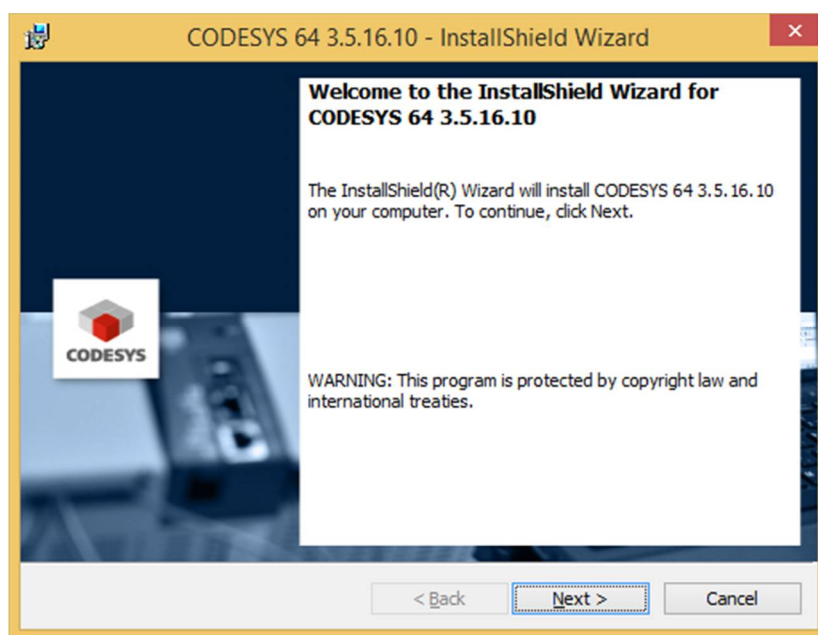


Рисунок 4 – Окно установки среды CODESYS

В окне необходимо нажать кнопку «Далее» («Next»), после чего появится окно с лицензионным соглашением. Для продолжения необходимо согласиться с соглашением, переключить радиокнопку в соответствующее положение (рисунок 5) и нажать ставшую активной кнопку «Далее» («Next»).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

16

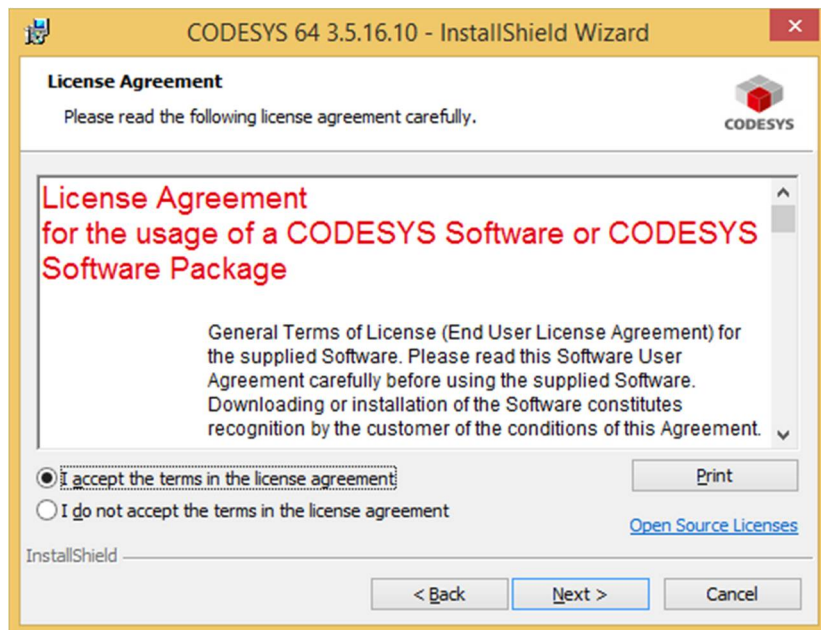


Рисунок 5 – Окно лицензионного соглашения

Далее установщик предложит указать путь установки (рисунок 6).

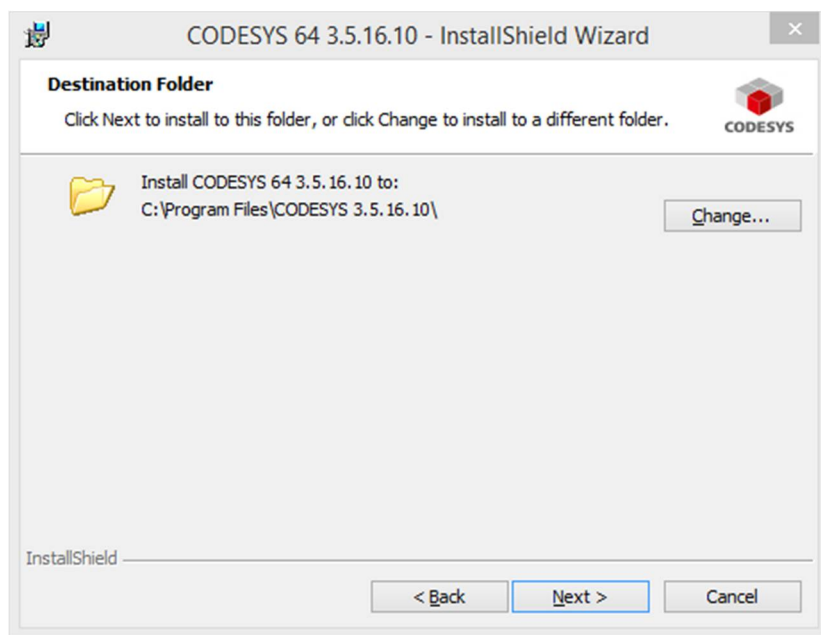


Рисунок 6 – Путь установки среды CODESYS

Если нужно меняем его, нажав на кнопку «Изменить» («Change»), указываем новый путь. Для продолжения нажимаем на кнопку «Далее» («Next»). После этого установщик предложит тип установки (рисунок 7).

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

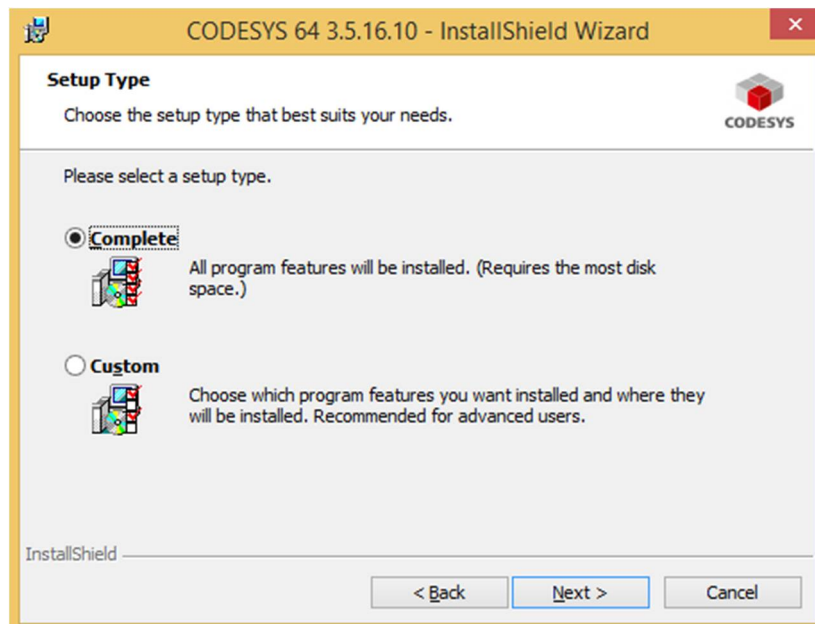


Рисунок 7 – Выбор типа установки

Для пользователей ранее не использовавших среду разработки CODESYS рекомендуется оставить радиокнопку в положении "Полная" («Complete»). Для продолжения необходимо нажать кнопку «Далее» («Next») и в новом окне нажать кнопку «Установить» («Install») для запуска инсталляции с выбранными опциями. После продолжительной установки появится сообщение об успешной установке среды CODESYS (рисунок 8) где нужно будет нажать кнопку «Закончить» («Finish»).

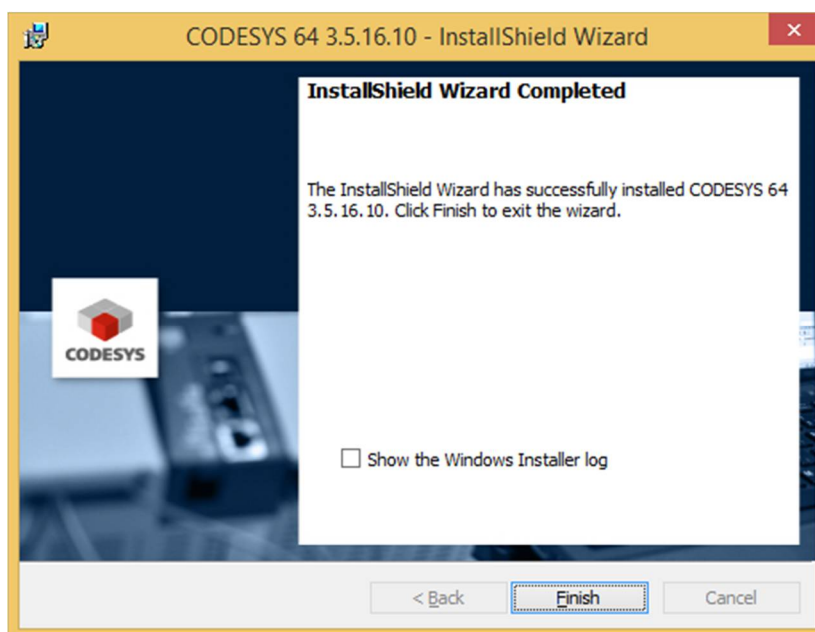


Рисунок 8 – Окно сообщение об успешной установке среды CODESYS

После чего на рабочем столе появится соответствующий ярлык (рисунок 9).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

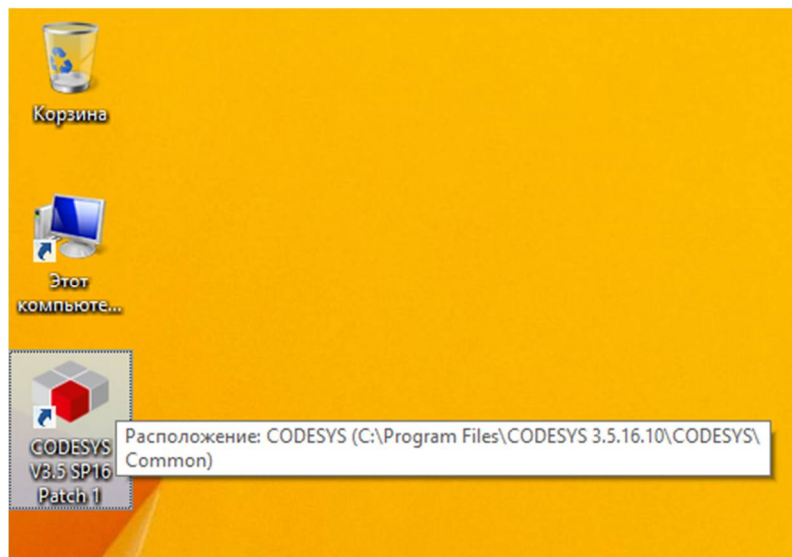


Рисунок 9 – Ярлык для запуска среды CODESYS

При наведении виден путь, по которому можно найти файл запуска среды CODESYS – CODESYS.exe. По умолчанию данный файл находится в папке C:\Program Files\CODESYS 3.5.16.10\CODESYS\Common, в соответствии с вашей ОС и версией среды CODESYS.

Согласовано

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.			
---------------	--------------	-----------------------------	--	--	--

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
	19

## 2.3.2 Установка пакета для программирования КАПП

Перед тем, как приступить к программированию контроллера, необходимо установить пакет (package). Пакет содержит файлы целевой платформы (target - файлы) и библиотеки (library), необходимые для написания программ контроллера КАПП.

**Важно!!!** Существует несколько аппаратных версий контроллеров КАПП с разными характеристиками. При этом файлы целевой платформы (target - файлы) должны соответствовать используемому контроллеру КАПП. Библиотеки, содержащиеся в пакете, подходят ко всем версиям контроллера. Например для контроллера КАПП-82-168 на основе процессорного ядра ARM Cortex M7 нужен пакет установки asu-pro-kapp-82-168-v1.0.3.2 F7.package

Чтобы установить пакет, выберите пункт «Менеджер пакетов...» в меню «Инструменты» (рисунок 10).

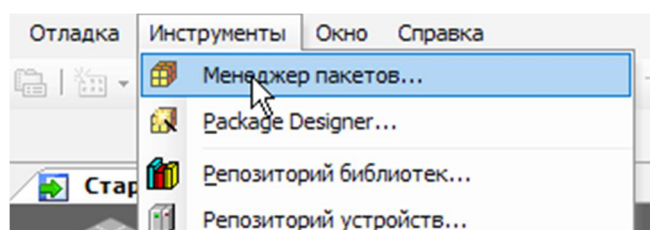


Рисунок 10 – Запуск менеджера пакетов

Откроется окно менеджера пакетов (рисунок 11).

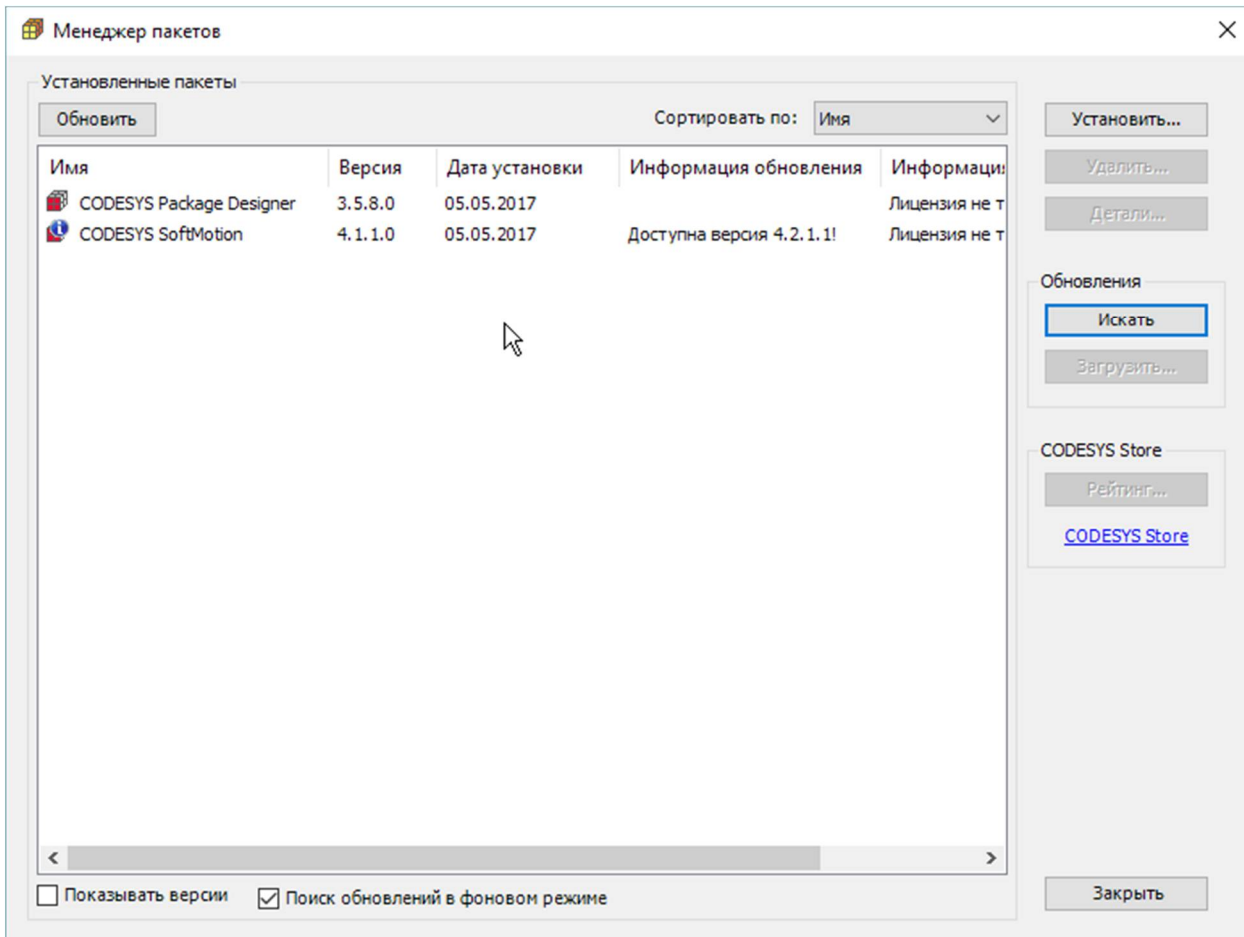


Рисунок 11 – Окно менеджера пакетов

Нажмите кнопку «Установить...» (рисунок 12).

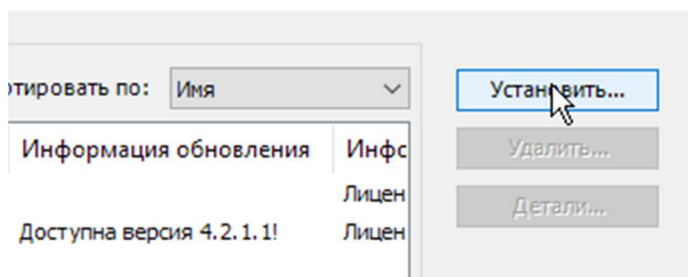


Рисунок 12 – Кнопка установки пакета

Выберите нужный файл с пакетом (рисунок 13). Для контроллера КАПП-82-168 имя файла формируется следующим образом:

asu-pro-kapp-82-168-vX.X.X.X.package

где X.X.X.X – версия пакета.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

21

Формат А4

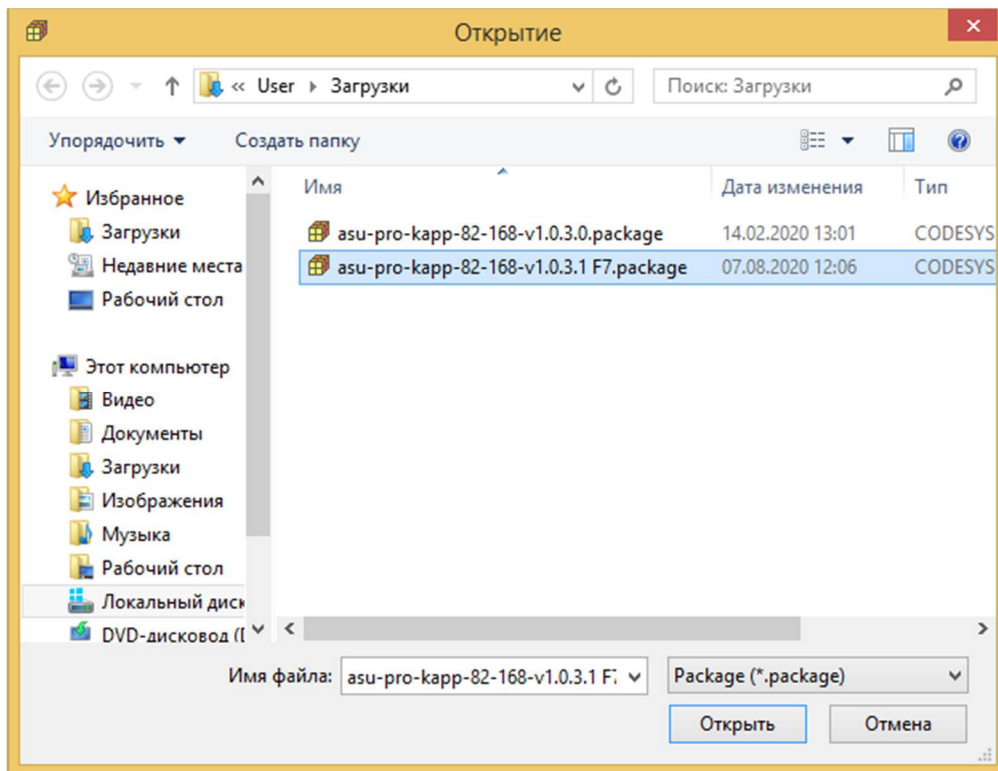


Рисунок 13 – Окно выбора файла пакета

Откроется окно установки пакета. Выберите пункт «Полная установка» и нажмите кнопку «Далее» (или «Next») (рисунок 14).

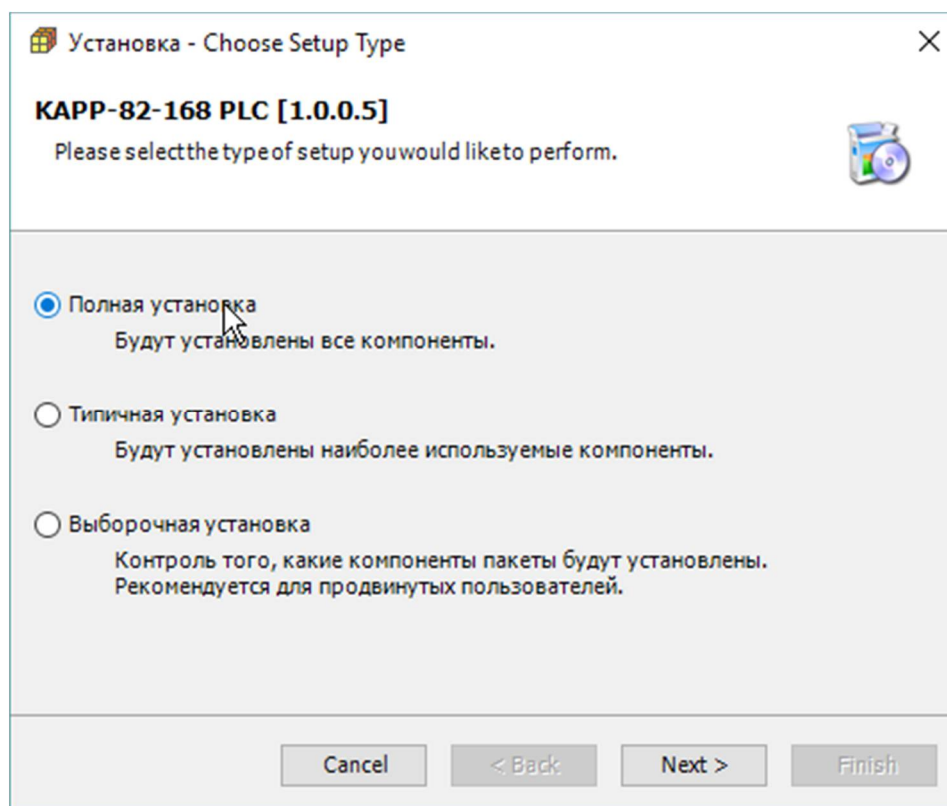


Рисунок 14 – Окно выбора типа установки пакета

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

22

Формат А4

Дождитесь установки пакета. Для того что бы посмотреть установленные компоненты нажмите кнопку «Далее» («Next») (рисунок 15).

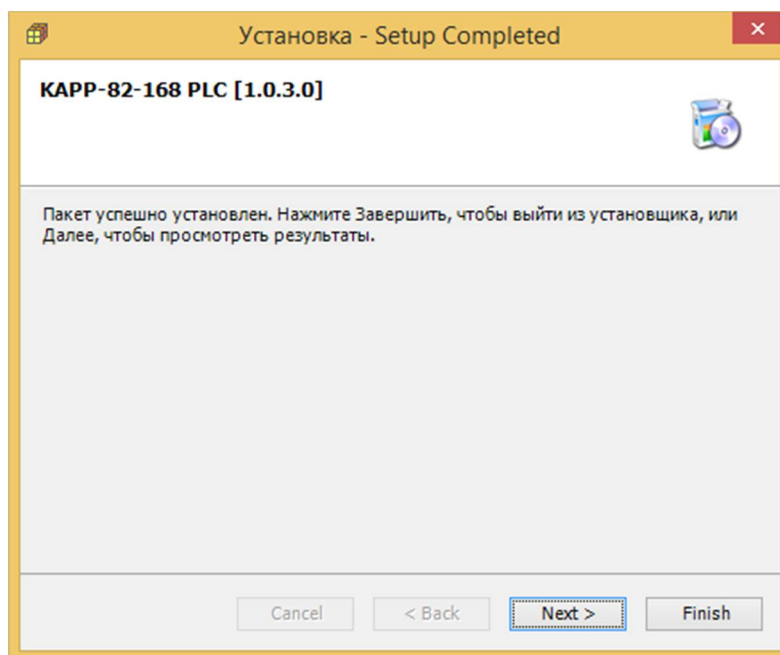


Рисунок 15 – Окно завершения установки

После чего откроется окно результатов установки (рисунок 16). Для более подробных результатов можно раскрыть вложенные ветки, нажав на значок «+», по каждому пункту.

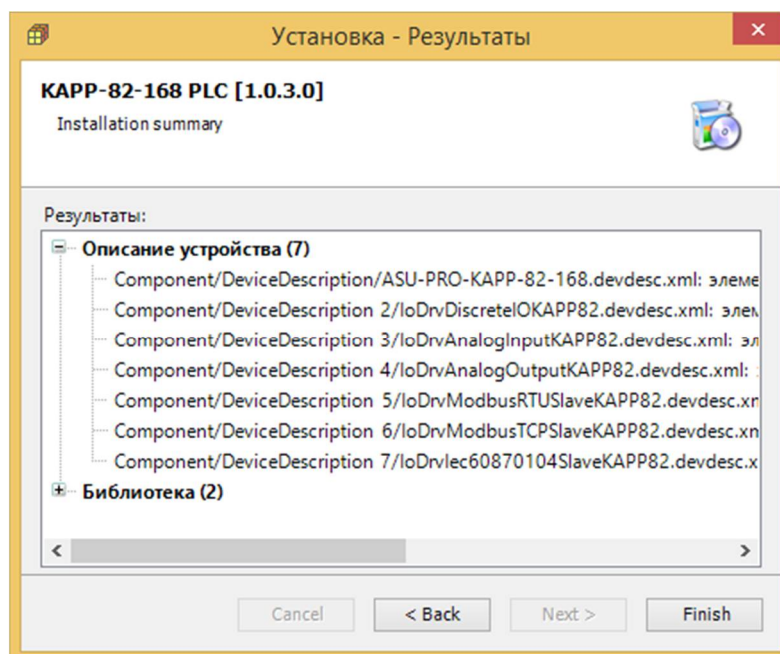


Рисунок 16 – Окно результатов установки

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

23

Формат А4



Для завершения установки необходимо нажать кнопку «Готово» («Finish»). После чего установленный пакет появится в списке менеджера пакетов (рисунок 17).




Имя	Версия	Дата установки
 CODESYS Automation Server Connector	1.9.0.0	06.08.2020
 CODESYS SoftMotion	4.7.0.0	06.08.2020
 KAPP-82-168 F7 PLC	1.0.3.1	07.08.2020

Рисунок 17 – Список пакетов

Согласовано					
Инва. № подл.					
Подп. и дата					
Взаим. инв. №Взаим. инв.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

24

### 2.3.3 Установка новых файлов целевой платформы КАПП

Если нужно поменять файлы целевой платформы при смене контроллера, для начала нужно удалить ранее установленное устройство КАПП. Для этого нужно выбрать пункт «Репозиторий устройств...» в меню «Инструменты» (рисунок 18).

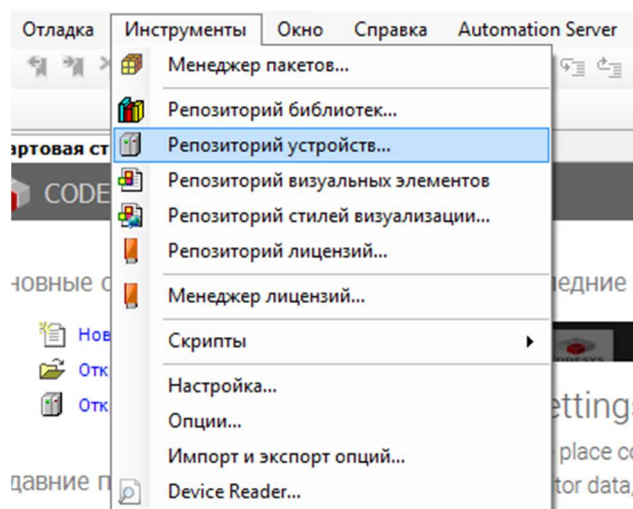


Рисунок 18 – Запуск репозитория устройств

Раскрыть список ПЛК, найти и выделить в нем КАПП-82-168, а затем нажать кнопку «Удалить» (рисунок 19).

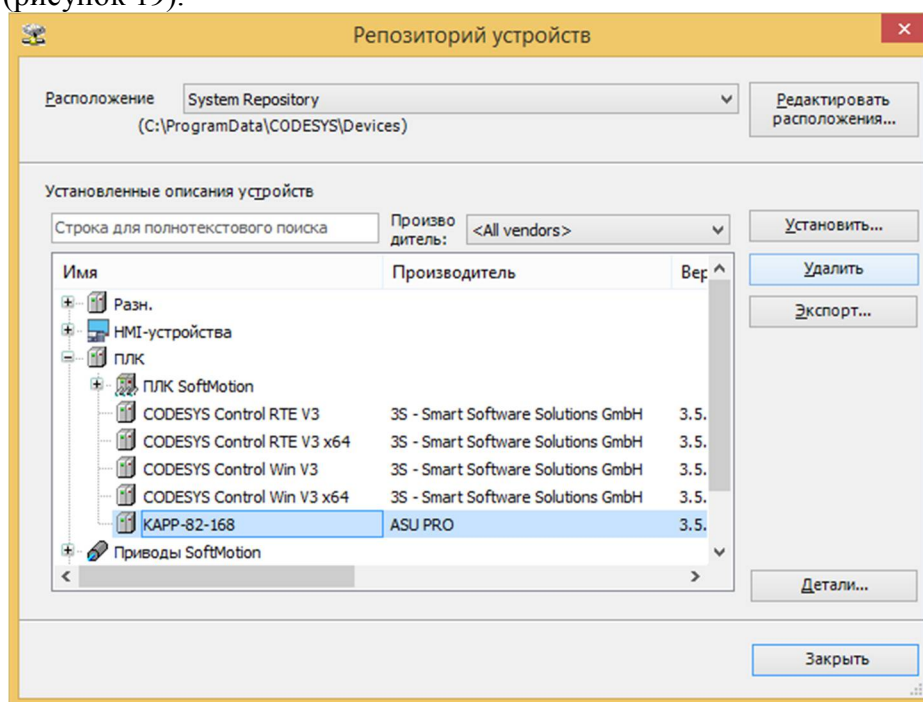


Рисунок 19 – Удаление устройства КАПП-82-168

Когда устройство будет удалено, в том же окне «Репозиторий устройств», необходимо нажать кнопку «Установить...». После чего откроется окно, в котором необходимо указать путь к файлу описателю нового устройства и тип открываемого файла (рисунок 20).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

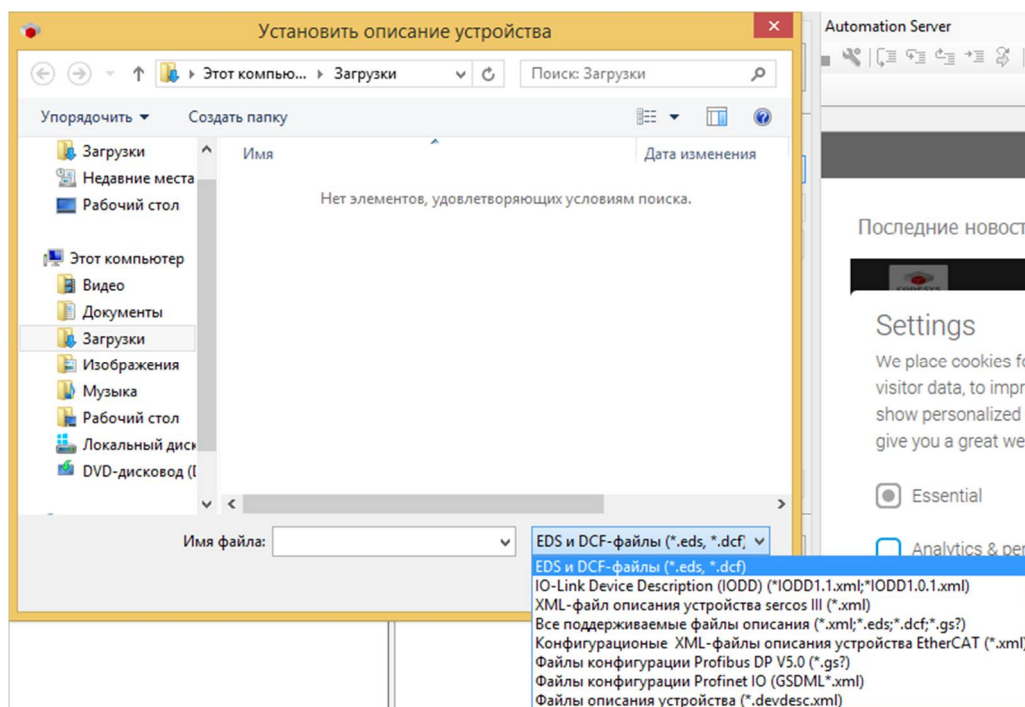


Рисунок 20 – Окно установки описателя устройства

Если необходимо работать с КАПП-82-168 на основе процессорного ядра ARM Cortex M7, то файл описателя устройства будет следующим - ASU-PRO-CORTEX-embedded\_M7.devdesc.xml. При этом для того что бы в открывшемся окне были видны файлы данного типа необходимо выбрать соответствующий тип файлов. Например: Файлы описания устройства (\*.devdesc.xml) (рисунок 21).

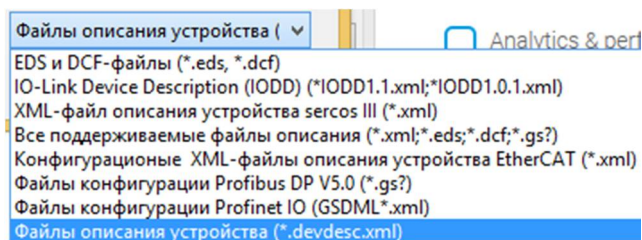


Рисунок 21 – Выбор типа файла для установки

**Совет!!! Удобнее всего выбрать пункт «Все поддерживаемые файлы описания (\*.xml; \*.eds; \*.dcf; \*.gs?)».** Тогда будут видны все поддерживаемые типы файлов.

После выбора файла с описанием для установки необходимо нажать кнопку «Открыть» (рисунок 22).

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

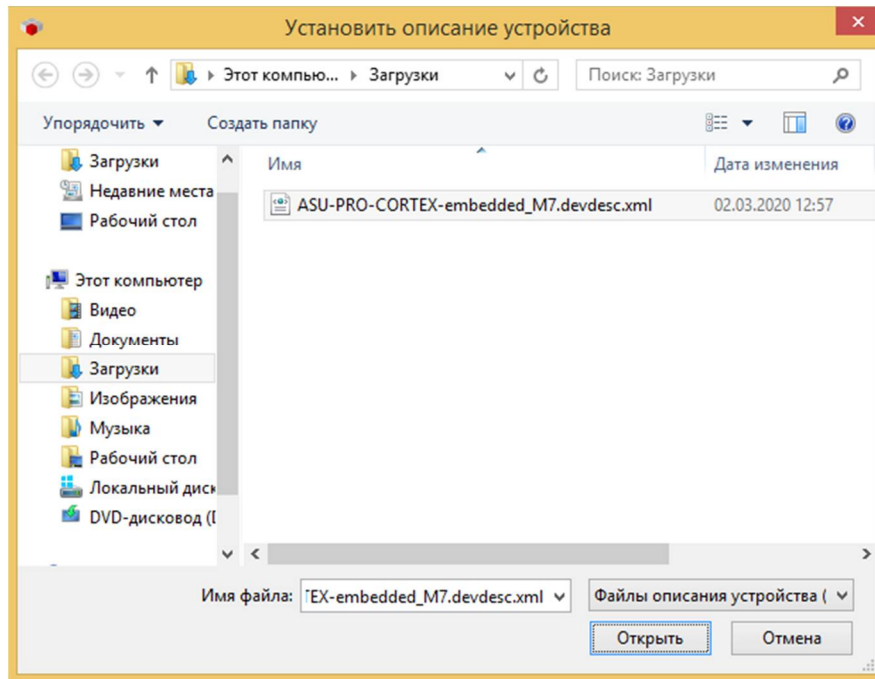


Рисунок 22 – Выбор описателя устройства

После чего в списке ПЛК появится новое устройство, в нашем случае КАПП-82-168-М7б. Так же появится сообщение об установке данного устройства (рисунок 23).

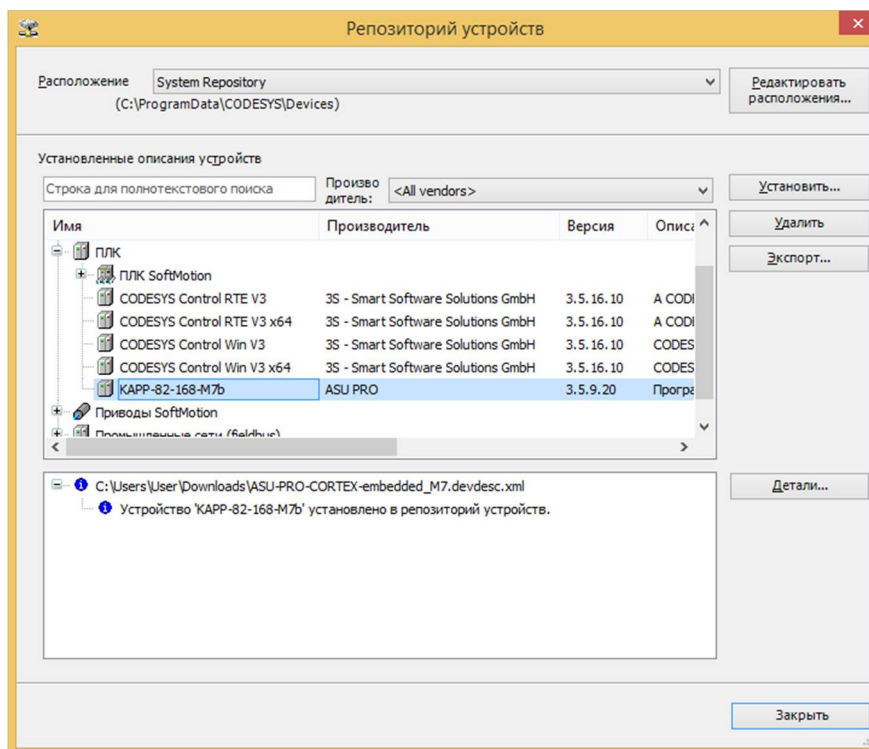


Рисунок 23 – Окно репозитория устройств после установки нового описателя устройства

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

27

Формат А4

## 2.3.4 Физическое подключение к ПК и определение IP-адреса контроллера КАПП

В качестве интерфейса связи с ПК с установленной средой программирования используется Ethernet (TCP-интерфейс). Можно использовать обычный патч-корд с коннекторами RJ-45.

Контроллер имеет следующие заводские настройки связи:

- IP-адрес: 192.168.20.99;
- Маска подсети: 255.255.255.0;
- Шлюз по умолчанию: 192.168.20.1.

Актуальный IP-адрес можно узнать с помощью файла CODESYSControl.cfg, находящегося в контроллере на флеш накопителе формата microSD. Для этого нужно вынуть флеш накопитель, вставить его в подходящий кардридер. В файловом менеджере при этом появится новый съемный носитель. Найти на нем вышеуказанный файл, нажать правой клавишей мыши для вызова меню и выбрать пункт «Открыть с помощью» (рисунок 24).

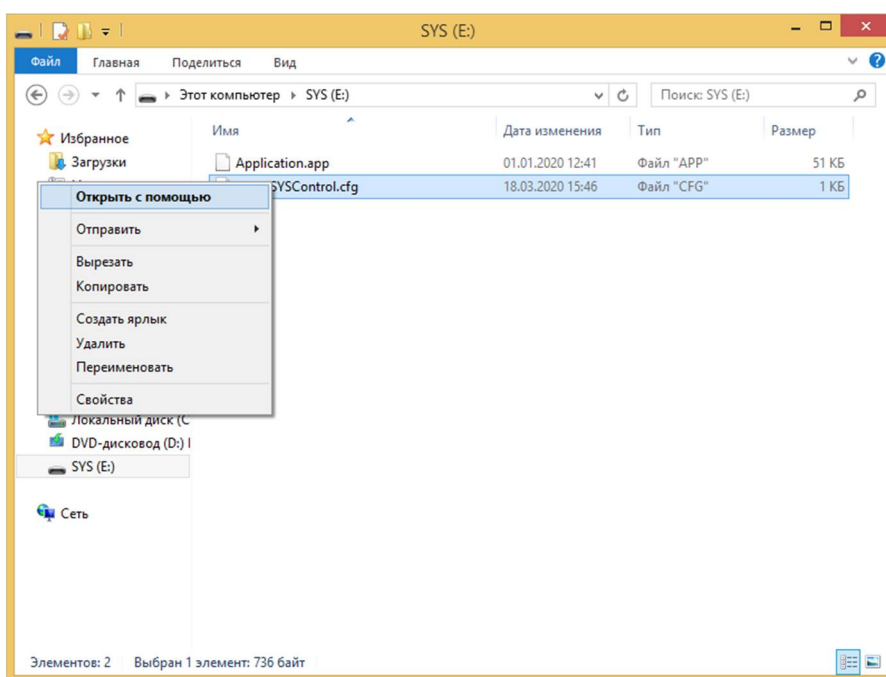


Рисунок 24 – Окно файлового менеджера съемного накопителя

После этого, в зависимости от вашей операционной системы, появится окно выбора приложения, с помощью которого требуется открыть указанный файл. В нем необходимо выбрать приложение «Блокнот». В Windows 8 например, первым делом появится окно с вопросом (рисунок 25).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

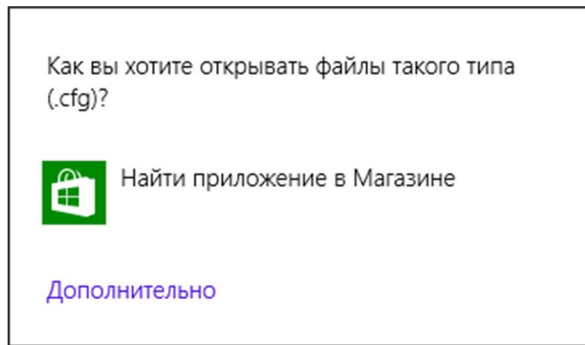


Рисунок 25 – Окно в Windows 8 после выбора пункта меню «Открыть с помощью»

Где необходимо сначала выбрать пункт «Дополнительно», после чего появятся другие приложения доступные для выбора. В том числе и приложение «Блокнот» (рисунок 26).

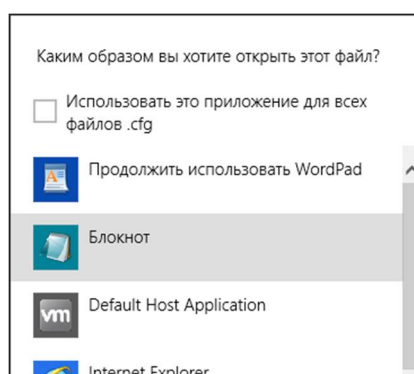


Рисунок 26 – Меню выбора приложения, с помощью которого необходимо открыть выбранный файл

**Совет!!!** В данном меню можно установить флаг «Использовать это приложение для всех файлов .cfg» (рисунок 27). После чего файлы с расширением по умолчанию будут открываться приложением «Блокнот», что очень удобно.

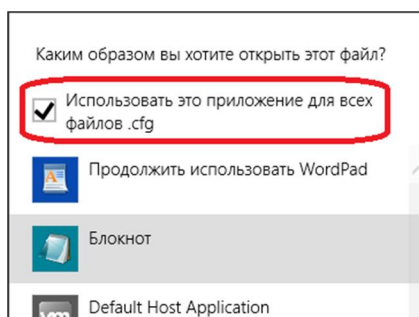


Рисунок 27 – Флаг «Использовать это приложение для всех файлов .cfg»

В открывшемся файле найти раздел «SysSocket», в котором будет указан актуальный IP-адрес (рисунок 28).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

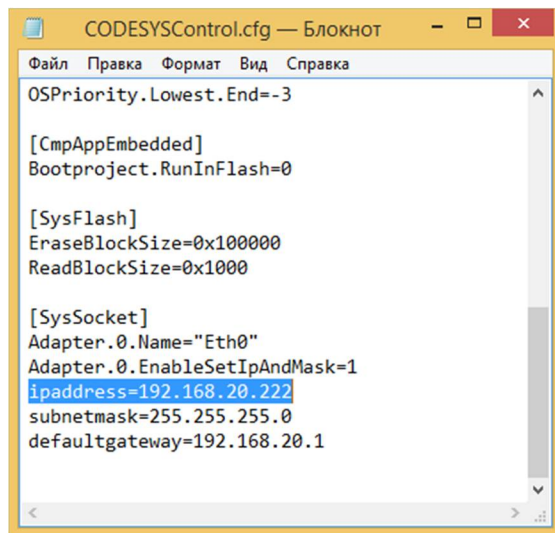


Рисунок 28 – Содержание конфигурационного файла CODESYSControl.cfg

В данном случае IP-адрес: 192.168.20.222. Этот адрес необходимо запомнить, в дальнейшем он понадобится для настройки связи с контроллером в среде CODESYS.

**Важно!!!** Для установления связи между контроллером и ПК со средой разработки CODESYS необходимо чтобы подсети сетевой платы ПК и контроллера совпадали. В рассмотренном примере сетевая плата ПК должна IP-адрес: 192.168.20.XXX. Где – 192.168.20 подсеть, XXX – любой адрес устройства из диапазона 1..255. IP-адреса ПК и контроллера должны быть уникальными в сети.

Так же с помощью этого конфигурационного файла можно изменить настройки связи с контроллером. Процедура будет описана в следующем пункте раздела.

Согласовано					
Инь. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №			
		Взаим. инв.			

### 2.3.5 Установка произвольного сетевого адреса

Для того чтобы изменить настройки сети (например изменить IP-адрес контроллера), отредактируйте параметры файла «CODESYSControl.cfg» в блоке SysSocket:

```
[SysSocket]
Adapter.0.Name="Eth0"
Adapter.0.EnableSetIpAndMask=1
ipaddress=192.168.20.99
subnetmask=255.255.255.0
defaultgateway=192.168.20.1
```

Названия параметров обозначают следующее:

- ipaddress – IP-адрес;
- subnetmask – маска подсети;
- defaultgateway – шлюз по умолчанию.

**Важно!!! Не изменяйте остальные параметры в конфигурационном файле. Сохраняйте резервную копию конфигурационного файла при каждом изменении, чтобы вернуть рабочую конфигурацию при установке неверных значений параметров.**

Согласовано					
Инов. № подл.					
Подп. и дата					
Взаим. инв. №Взаим. инв.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

31



### 2.3.6 Обновление внутреннего программного обеспечения

Контроллер имеет функцию обновления внутреннего программного обеспечения (прошивки). Для этого, необходимо поместить на карту памяти microSD файл с именем «KAPP82168F7.BIN», содержащий новую версию прошивки.

Существует два способа поместить файл прошивки на карту памяти:

- подключить microSD карту к ПК или любому другому устройству, имеющему функцию работы с картами памяти, и скопировать файл на карту;
- подключиться к контроллеру при помощи среды CODESYS и скопировать файл через файловый менеджер CODESYS (рисунок 29) в корневой каталог.

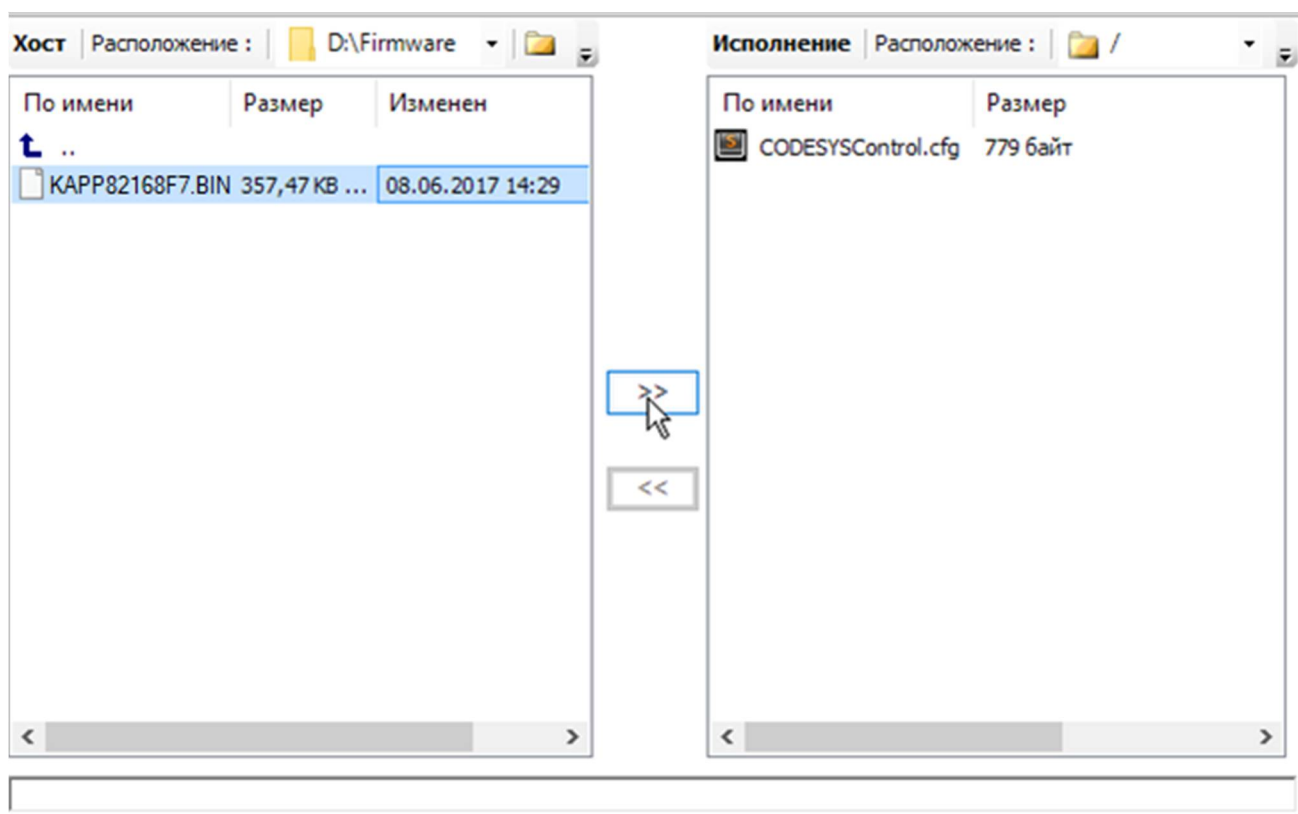


Рисунок 29 – Загрузка файла прошивки через среду CODESYS

После копирования файла прошивки на карту памяти и установки карты памяти в контроллер (если она вынималась), необходимо подать питание на контроллер (если он был выключен) или сбросить его нажатием кнопки сброса на корпусе контроллера, если он был включен.

При последующем запуске контроллера, он должен обнаружить скопированный файл прошивки и начать процедуру обновления, которая будет сопровождаться быстрым мерцанием светодиодного индикатора зеленого цвета. Продолжительность процедуры составляет около полутора минут, после чего контроллер будет сброшен.

Чтобы удостовериться об успешном завершении обновления, необходимо подключить контроллер к ПК через среду CODESYS или извлечь карту памяти microSD, и вручную проверить содержимое карты. В случае успеха файл прошивки, скопированный ранее, будет удален, а также, на карте появится файл «Update.txt», в котором будет содержаться информация о процессе и результате обновления с указанием версий.

Согласовано

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Ниже приведен пример содержимого файла «Update.txt»:

```

*** ASU-PRO KAPP-82-162 FW UPDATER ***
***          version 1.0.7R          ***
Дата выполнения операции: 24.05.2021
[10:04:22] Обнаружен файл прошивки...
[10:04:22] Стирание флэш памяти...
[10:04:26] Готово...
[10:04:26] Запись данных...
[10:05:41] Готово...
Обновлено с версии 4.0.1.0 на 4.3.0.4
[10:05:41] Обновление ПО завершено!
    
```

Возможно появление следующих ошибок:

-«Ошибка чтения файла образа прошивки!» – убедитесь в исправности карты и целостности файловой системы. В качестве варианта решения проблемы можно отформатировать карту (файловая система должна быть FAT32) и заново записать туда необходимый файл, повторив процесс.

- «Некорректный файл прошивки, слишком большой размер, отмена...» – означает, что либо файл поврежден, либо файл не является файлом прошивки.

- «Ошибка записи во флэш!» – при появлении этой ошибки, а также если вам не удалось самостоятельно исправить другие ошибки, обратитесь в техническую поддержку.

Согласовано			
Согласовано			
Согласовано			
Согласовано			
Согласовано			

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

33

### 2.3.7 Сброс пользовательской программы

Для удаления пользовательского кода CODESYS если, например, ошибки в программе пользователя привели к невозможности его запуска или доступа к контроллеру стандартным методом, необходимо выполнить следующие шаги:

1. Извлечь карту памяти и создать на ней файл с именем «RESET.CODE» любым доступным способом (следует иметь ввиду, что в среде MS Windows необходимо включить отображение расширений файлов (рисунок 30)).

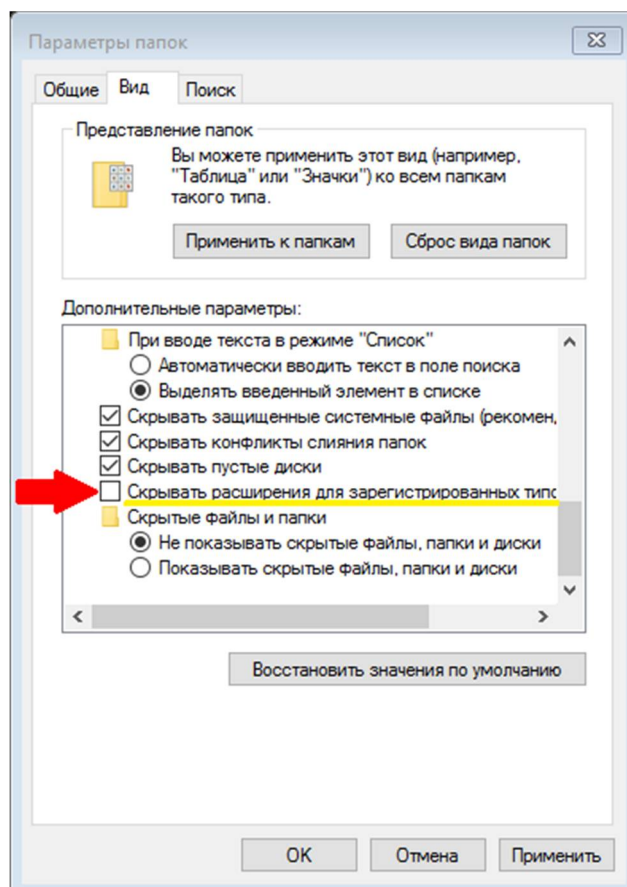


Рисунок 30 – Включение отображения расширений файлов

2. Установить карту памяти в слот ПЛК, нажать кнопку сброса «RESET».

3. Подождать не менее 10 секунд.

4. Извлечь карту памяти, проверить наличие файла «Reset.log», содержимое которого должно иметь следующий вид:

```
*** ASU-PRO KAPP-82-162 FW UPDATER ***  
***          version 1.0.4R          ***  
[16:48:40] Стирание пользовательской программы CodeSys...  
[16:48:43] Готово...
```

5. Убедиться в работоспособности контроллера путем подключения к нему через среду CODESYS. В случае, если это не решает проблему, необходимо обратиться в техническую поддержку.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 2.3.8 Создание первого проекта

Откройте среду CODESYS и выберите пункт «Новый проект...» в меню «Файл» (рисунок 31).

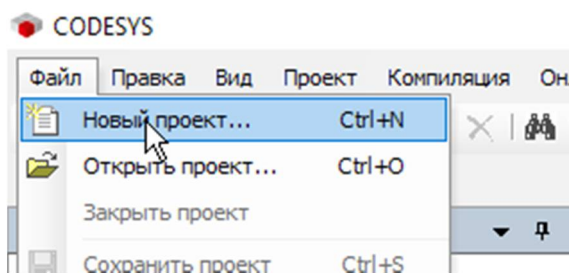


Рисунок 31 – Пункт меню создания проекта

В окне «Новый проект» выберите категорию «Проекты» и шаблон «Стандартный проект» (рисунок 32).

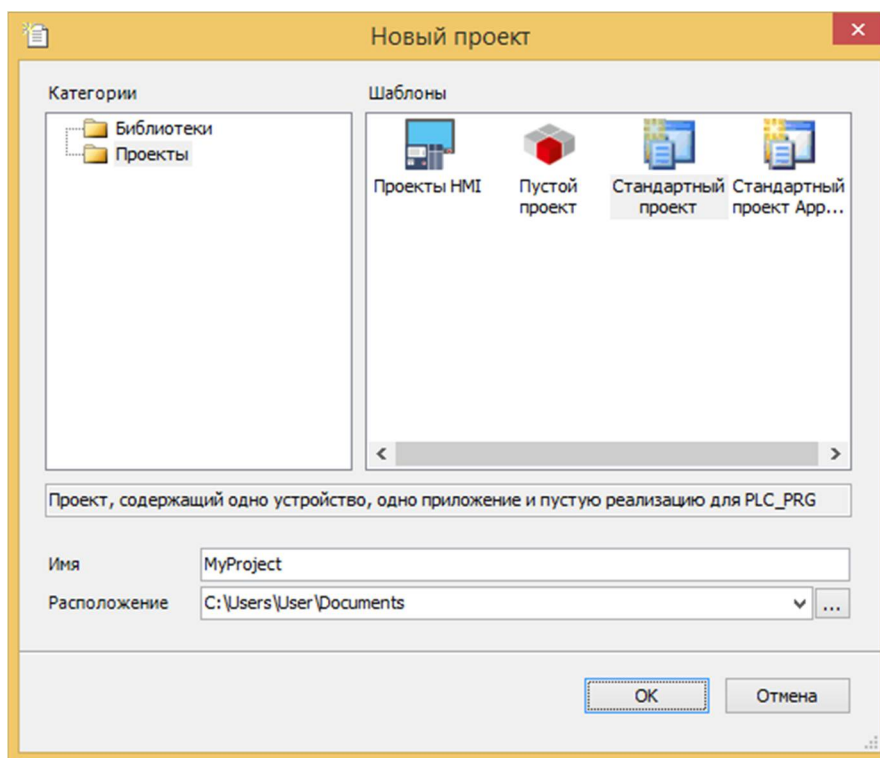


Рисунок 32 – Окно создания проекта

Введите желаемое имя проекта и нажмите кнопку «ОК».

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

В следующем окне в поле «Устройство» выберите «KAPP-82-168-M7b (ASU PRO)» (рисунок 33).

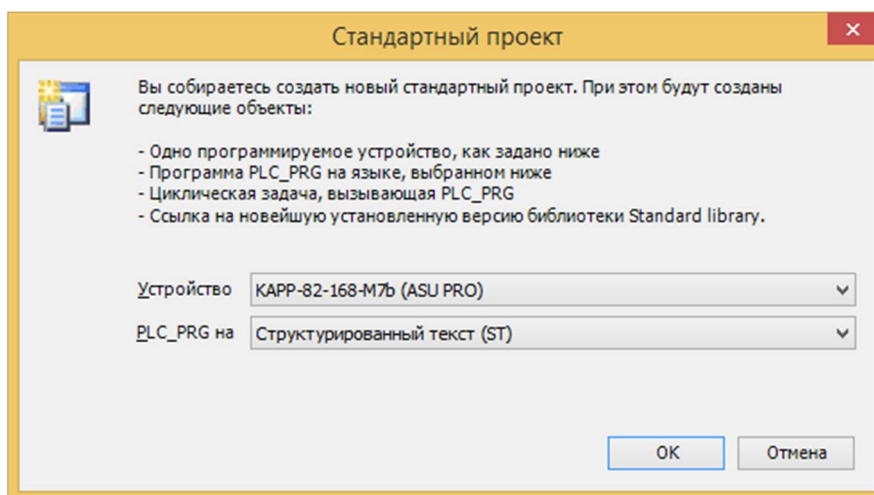


Рисунок 33 – Выбор устройства для создания проекта

В результате, вы получите новый проект со стандартной структурой и программой на языке ST (рисунок 34).

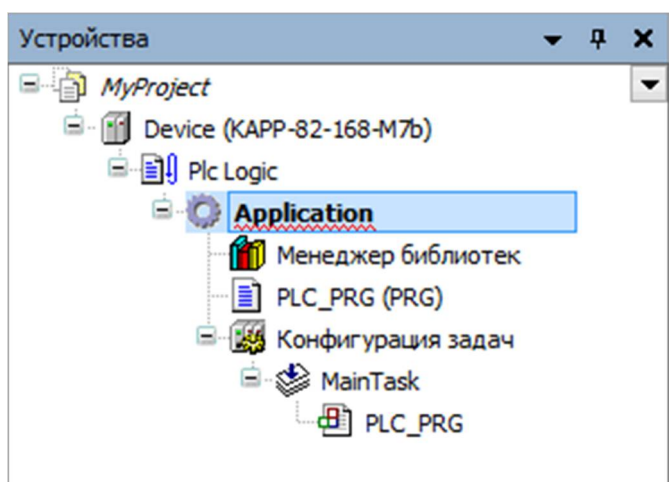


Рисунок 34 – Структура нового проекта

Как видно из рисунка пункт «Приложение» («Application») подчеркнут волнистой красной линией. Так же будут сообщения об ошибках (Библиотека не установлена в системе) в соответствующем окне (рисунок 35).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

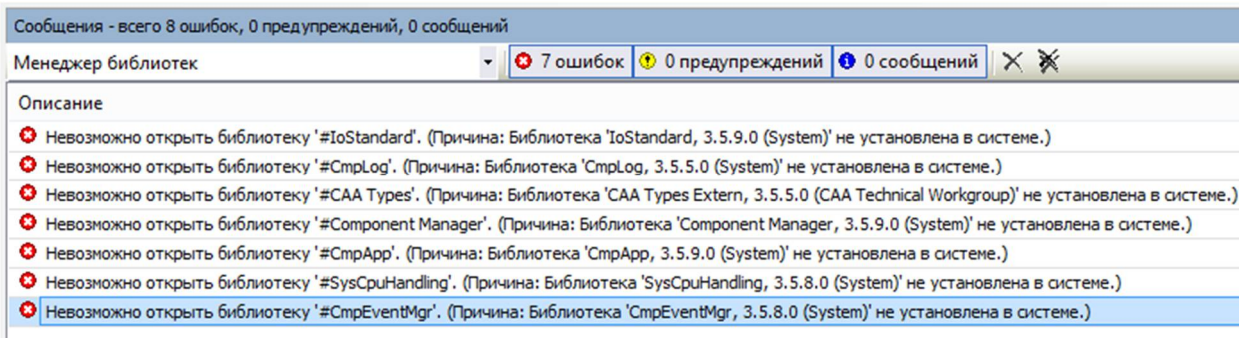


Рисунок 35 – Окно сообщений об ошибках

Для того что бы устранить данные ошибки необходимо запустить менеджер библиотек. Запустить менеджер можно двойным щелчком левой кнопкой мыши по соответствующему значку в дереве проекта (рисунок 36).

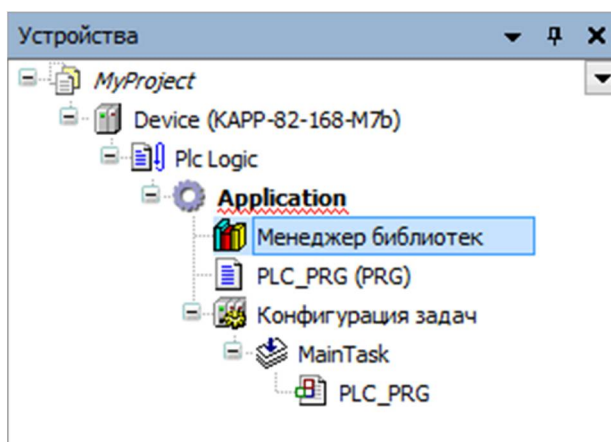


Рисунок 36 – Менеджер библиотек в дереве проекта

После этого в центральной части среды разработки CODESYS откроется вкладка менеджера библиотек. Для автоматической загрузки всех отсутствующих библиотек, в верхней части вкладки, необходимо нажать кнопку «Загрузка отсутствующих библиотек» (рисунок 37)

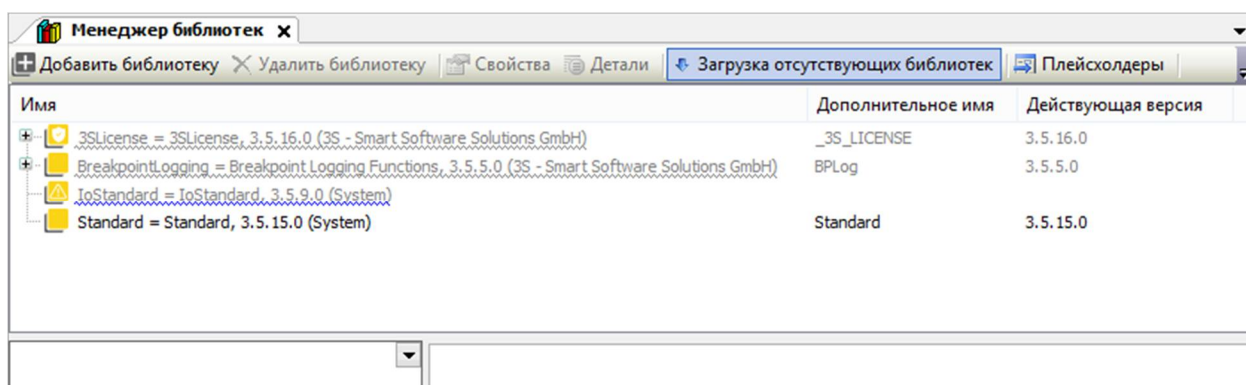


Рисунок 37 – Вкладка «Менеджер библиотек»

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

После чего откроется окно загрузки отсутствующих библиотек (рисунок 38), в котором необходимо нажать кнопку «Загрузка».

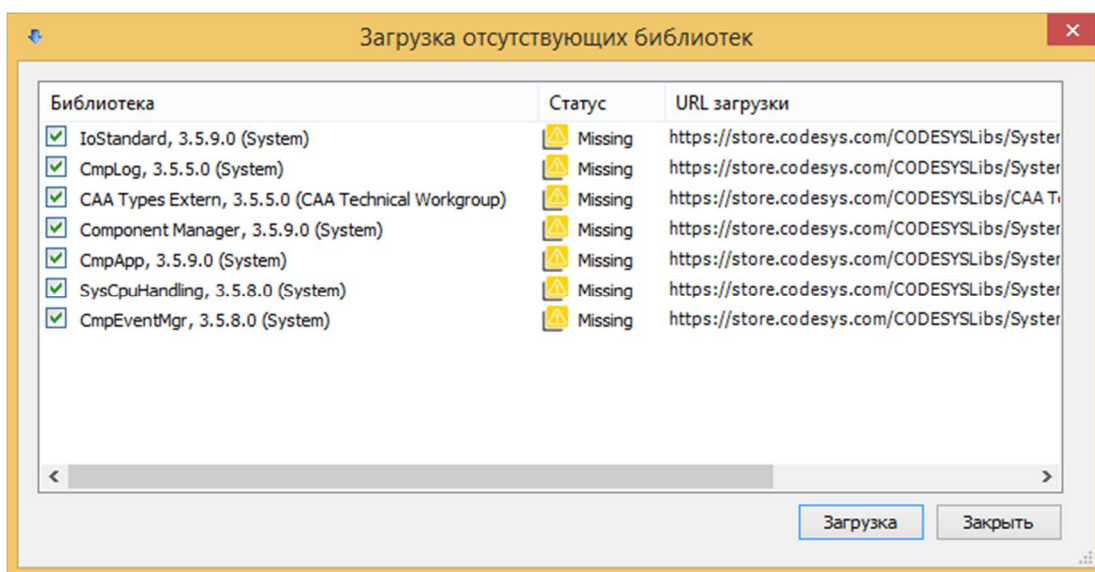


Рисунок 38 – Окно загрузки отсутствующих библиотек

**Важно!!!** Для загрузки отсутствующих библиотек необходимо подключение к сети интернет.

После успешной загрузки статус библиотек поменяется с «Отсутствует» («Missing») на «Установлено» (рисунок 39)

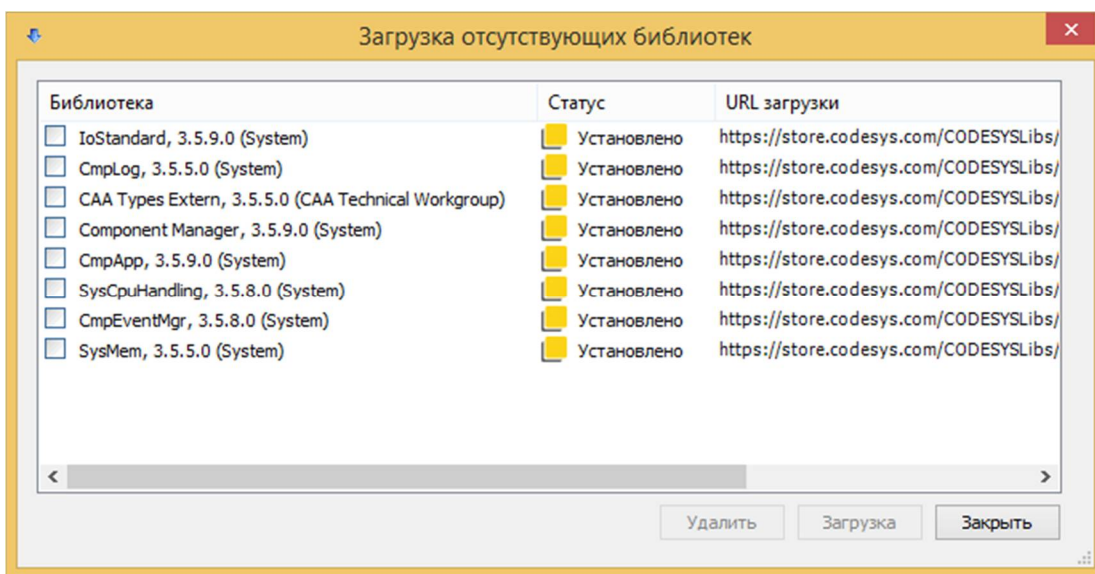


Рисунок 39 – Окно загрузки отсутствующих библиотек после установки

Согласовано					
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв. инв. №		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 2.3.9 Установка связи с контроллером

Для установки связи с контроллером, дважды нажмите левой кнопкой мыши по строчке «Device» в структуре проекта в окне «Устройства» и выберите вкладку «Установка соединения» в появившемся окне. Появится окно установки соединения (рисунок 40).

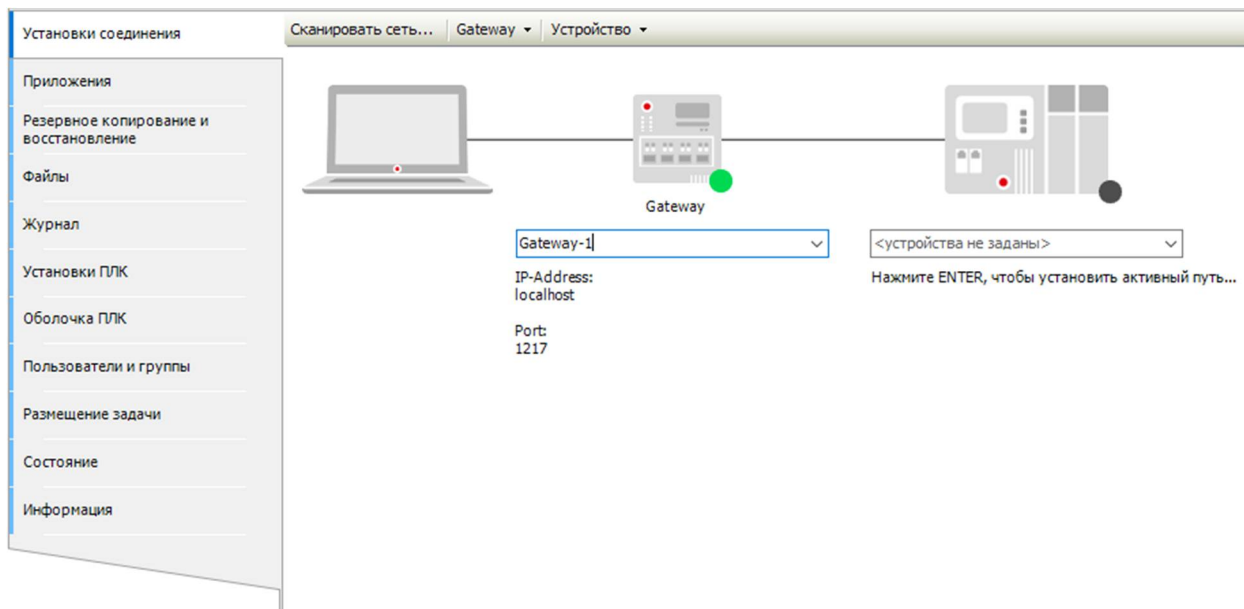


Рисунок 40 – Окно установки соединения

Далее, необходимо настроить шлюз (gateway). Для этого, выберите пункт «Конфигурация локального gateway...» в меню «Gateway» (рисунок 41).

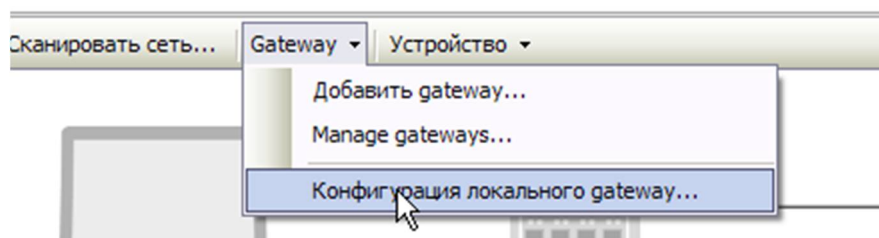


Рисунок 41 – Вызов окна конфигурации локального gateway

В появившемся окне, если у вас нет TCP – интерфейса, нажмите кнопку «Добавить» и выберите пункт «Добавить интерфейс верхнего уровня...» (рисунок 42).

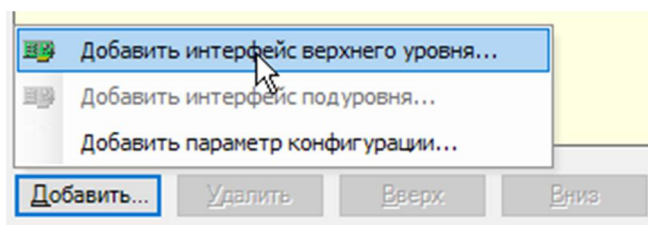


Рисунок 42 – Добавление интерфейса верхнего уровня



В появившемся выпадающем меню выберите пункт «TCP-интерфейс» и нажмите левой кнопкой мыши на свободную область. В поле «Порт» установите значение «11740» (рисунок 43).

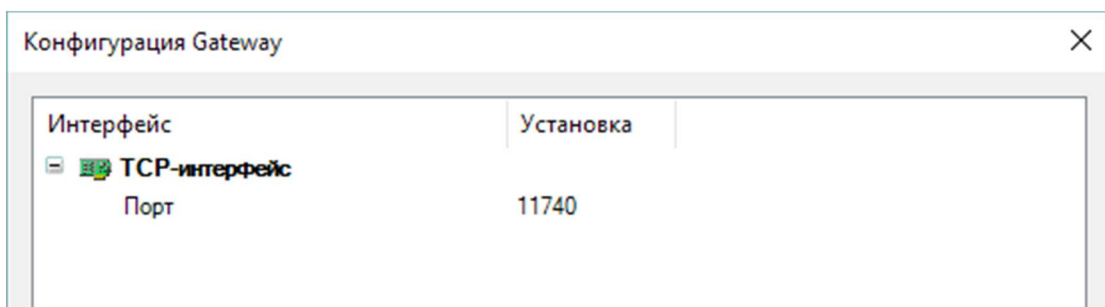


Рисунок 43 – Конфигурация шлюза

Нажмите кнопку «ОК», чтобы сохранить изменения.

Если у вас уже есть TCP – интерфейс, то необходимо просто в поле «Порт» установить значение «11740»

В окне установки соединения введите IP-адрес контроллера и нажмите клавишу «Ввод». Если соединение с контроллером прошло успешно, вы увидите общую информацию о вашем устройстве (рисунок 44).

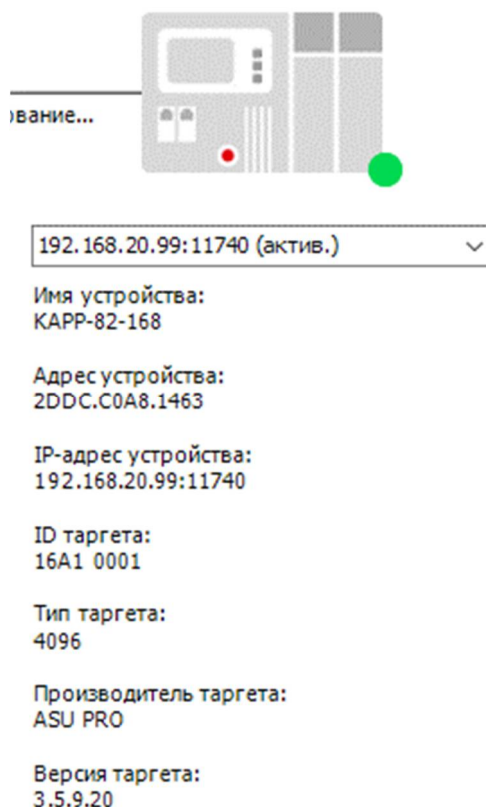


Рисунок 44 – Общая информация о контроллере

Контроллер готов для загрузки программы.

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 2.3.10 Загрузка программы в контроллер

Для демонстрации работы контроллера, создадим простую программу на языке ST. Для этого, откройте файл PLC\_PRG в структуре проекта и наберите в нём текст, представленный на рисунке 45.

```

1  PROGRAM PLC_PRG
2  VAR
3      i: UINT;
4  END_VAR

1  i := i + 1;
    
```

Рисунок 45 – Демонстрационная программа

Выберите пункт «Компиляция» в меню «Компиляция» или нажмите клавишу F11 (рисунок 46).

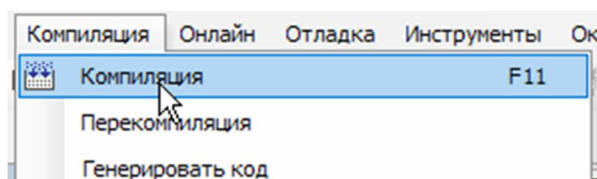


Рисунок 46 – Компиляция

При отсутствии ошибок, среда CODESYS сообщит об успешной компиляции (рисунок 47).

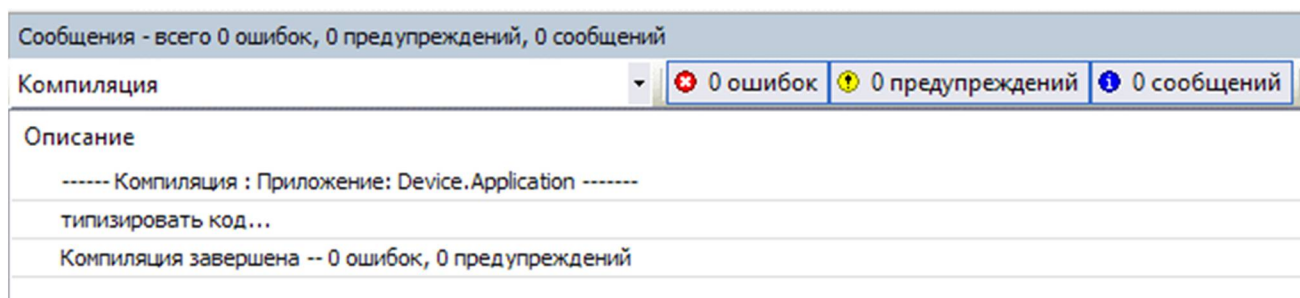


Рисунок 47 – Результаты компиляции

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Выберите пункт «Логин» в меню «Онлайн» или нажмите сочетание клавиш Alt+F8 (рисунок 48).

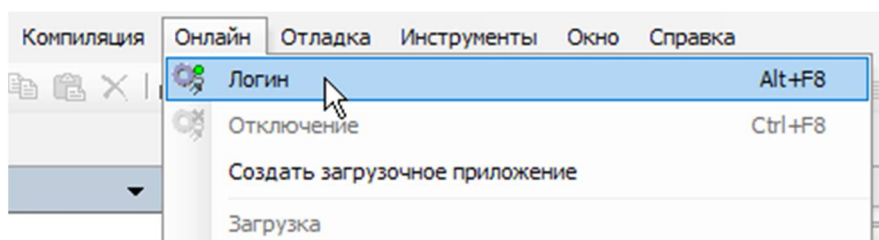


Рисунок 48 – Подключение к контроллеру

На предложение загрузить программу на контроллер нажмите «Да» (рисунок 49).

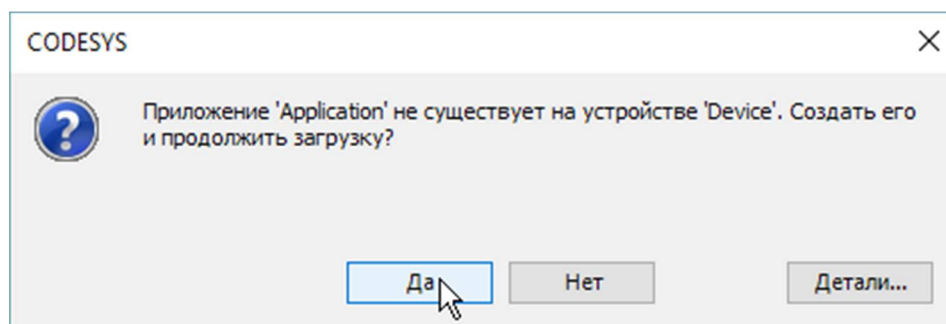


Рисунок 49 – Предложение загрузить программу на контроллер

CODESYS начнёт генерацию программы (рисунок 50) и загрузит её в контроллер. После чего появится сообщение о том, что программа загружена (рисунок 51)

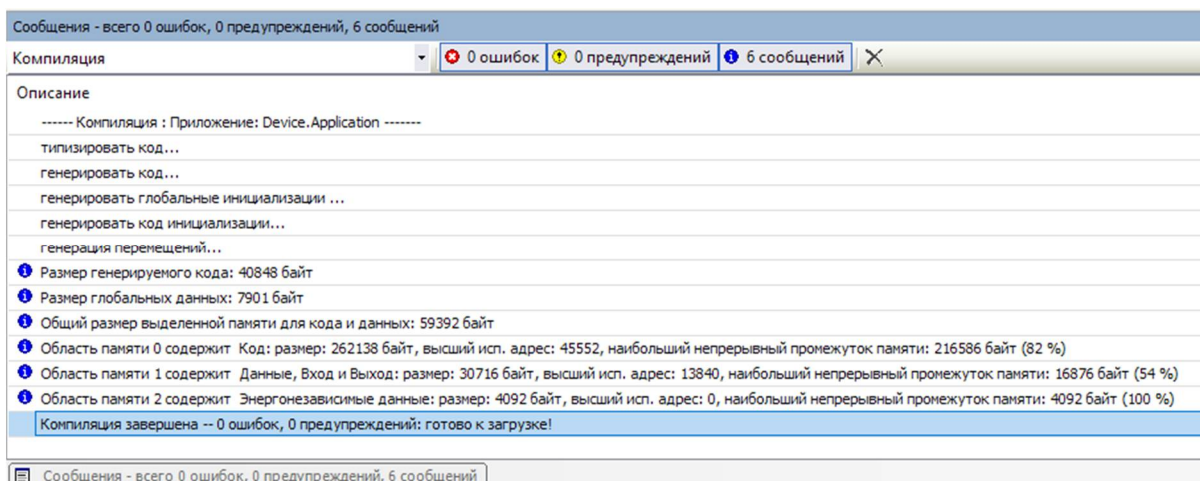


Рисунок 50 – Журнал генерации программы

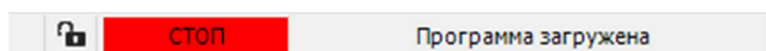


Рисунок 51 – Программа загружена

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

42

Формат А4

Для запуска программы, выберите пункт «Старт» в меню «Отладка» (рисунок 52).

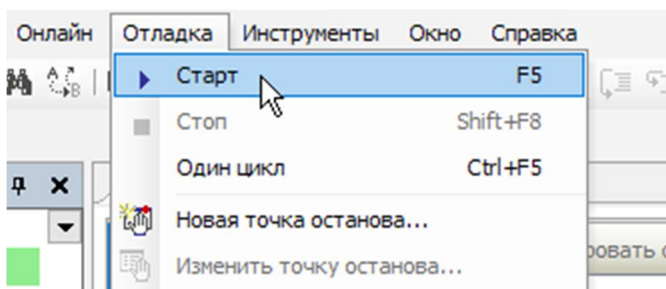


Рисунок 52 – Запуск программы

В статусной строке появится сообщение, что программа работает (рисунок 53).

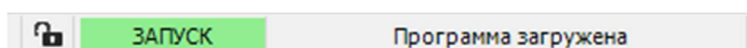


Рисунок 53 – Программа запущена

Откройте текст программы PLC\_PRG, чтобы убедиться, что введенная ранее программа выполняется (рисунок 54).

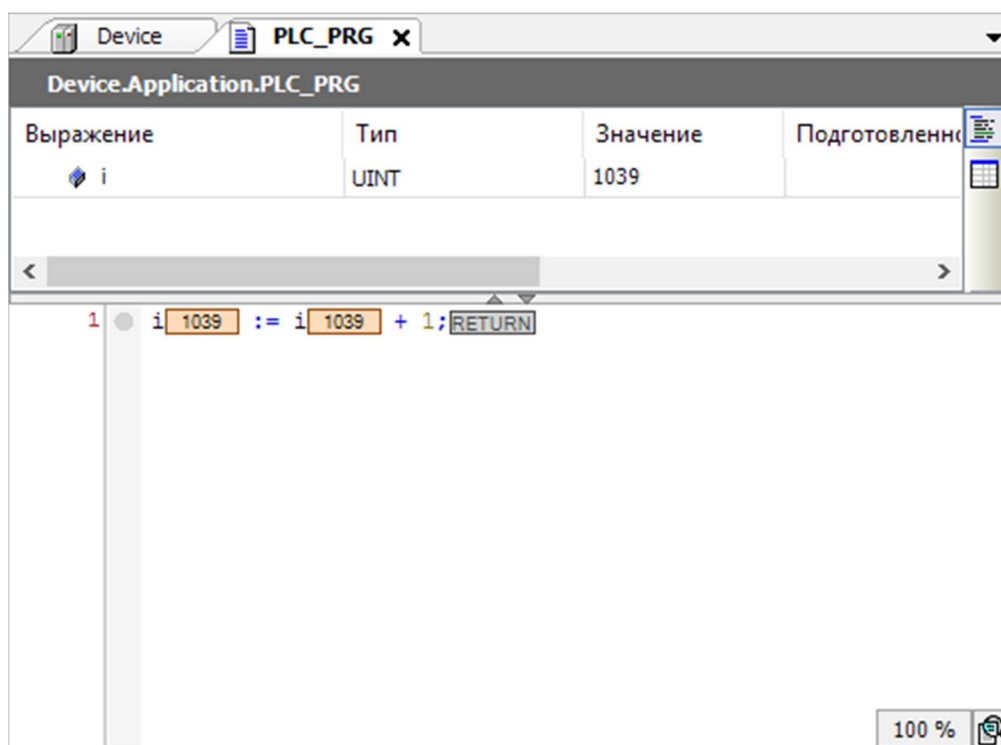


Рисунок 54 – Выполнение программы

Пользовательское приложение загружается во внутреннюю энергонезависимую память и автоматически начинает выполняться после перезагрузки контроллера.

На приложение пользователя действуют следующие ограничения:

- количество приложений – 1;
- количество задач – 16.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 2.3.11 Добавление устройств ввода-вывода

Для работы с аналоговыми и дискретными входами и выходами, нужно добавить в проект устройства ввода-вывода. Для этого, в окне «Устройства» найдите строчку «Device», нажмите правой кнопкой мыши и выберите пункт меню «Добавить устройство...» (рисунок 55).

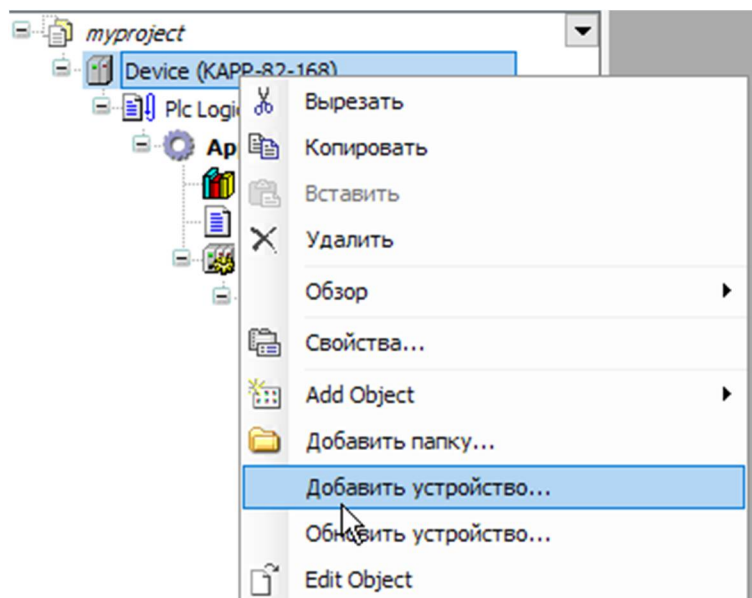


Рисунок 55 – Добавление устройства

В открывшемся окне для удобства отфильтруйте устройства по производителю «ASU PRO», последовательно выберите устройства «AnalogInput», «AnalogOutput» и «DiscreteIO» и нажмите кнопку «Добавить устройство» (рисунки 56, 57).

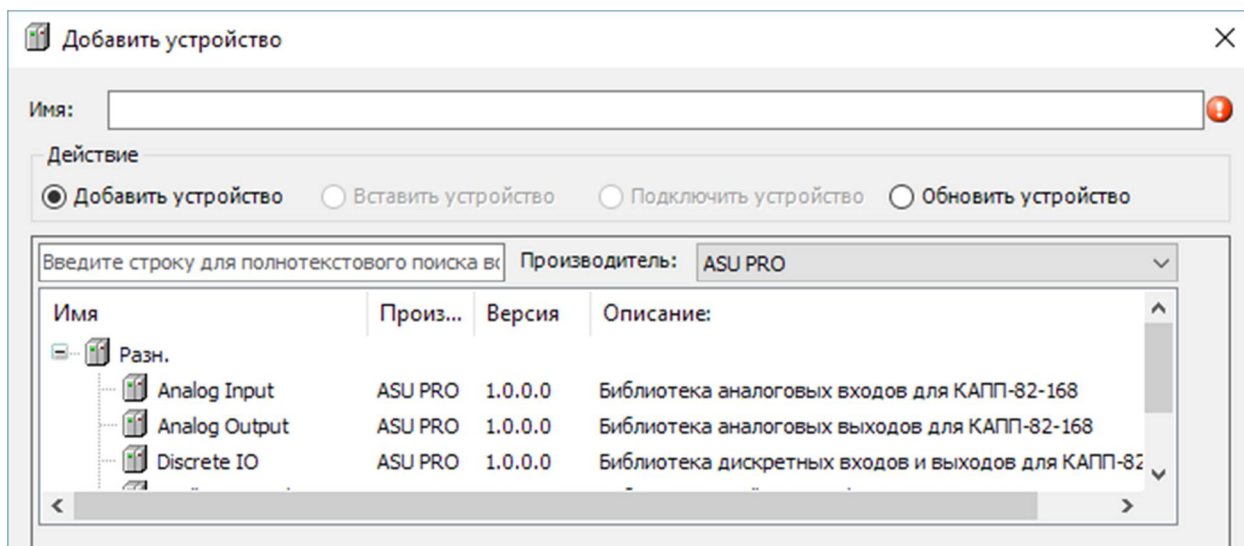


Рисунок 56 – Выбор устройства ввода-вывода для добавления

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

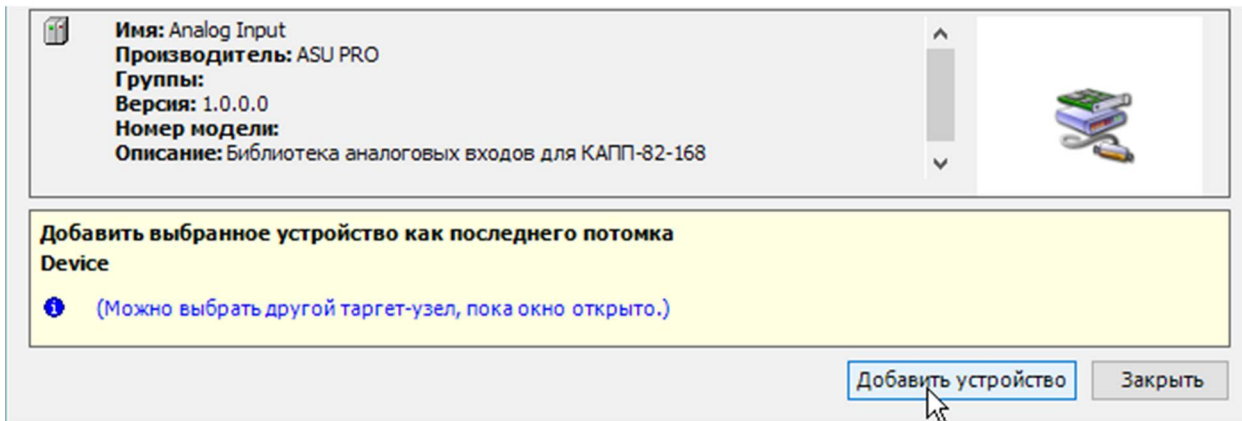


Рисунок 57 – Добавление устройства ввода-вывода

Добавленные устройства появятся в структуре проекта в окне «Устройства» (рисунок 58).

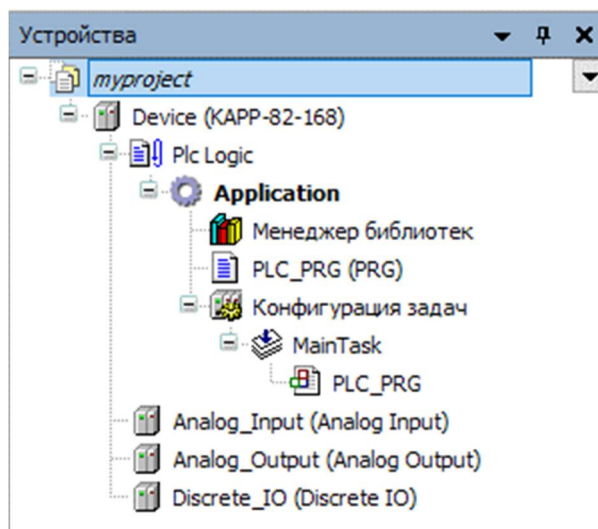


Рисунок 58 – Добавленные устройства ввода-вывода в структуре проекта

Контроллер содержит следующие устройства ввода-вывода:

- AnalogInput – аналоговые входы;
- AnalogOutput – аналоговые выходы;
- DiscreteIO – дискретные входы и выходы;

Для правильной работы добавленных устройств, нужно установить для них необходимую конфигурацию. Доступ к значениям входов и выходов можно получить по адресу или привязав значения каналов ввода-вывода к значениям существующих переменных.

При добавлении устройства, значения каналов обновляются только в том случае, если к ним привязаны переменные из выполняющихся в данный момент задач. Чтобы они обновлялись всегда, выберите пункт «Вкл. 2 (всегда в задаче цикла шины)» списка «Всегда обновлять переменные» в окне «Соотнесение входов/выходов» устройства (рисунок 59).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

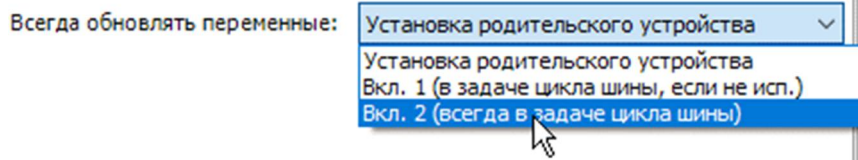


Рисунок 59 – Настройки обновления переменных

На рисунке 60 показан пример работы драйвера дискретных входов и выходов. К каналу DI1 привязана переменная di1 из пользовательской программы.

Переменная	Соотнесение	Канал	Адрес	Тип	Текущее значение
Application.PLC_PRG.di1		DI1	%IX96.0	BIT	FALSE
		DI2	%IX96.1	BIT	FALSE
		DI3	%IX96.2	BIT	FALSE
		DI4	%IX96.3	BIT	FALSE
		DI5	%IX96.4	BIT	FALSE
		DI6	%IX96.5	BIT	FALSE
		DI7	%IX96.6	BIT	FALSE
		DI8	%IX96.7	BIT	FALSE
		DI9	%IX97.0	BIT	FALSE
		DI10	%IX97.1	BIT	FALSE
		DI11	%IX97.2	BIT	FALSE
		DI12	%IX97.3	BIT	FALSE
		DI13	%IX97.4	BIT	FALSE
		DI14	%IX97.5	BIT	FALSE
		DI15	%IX97.6	BIT	FALSE
		DI16	%IX97.7	BIT	FALSE
		DO1	%QX8.0	BIT	TRUE
		DO2	%QX8.1	BIT	FALSE
		DO3	%QX8.2	BIT	TRUE
		DO4	%QX8.3	BIT	FALSE
		DO5	%QX8.4	BIT	TRUE
		DO6	%QX8.5	BIT	FALSE
		DO7	%QX8.6	BIT	FALSE
		DO8	%QX8.7	BIT	FALSE

Рисунок 60 – Пример работы драйвера дискретных входов и выходов

Работа с аналоговыми входами и выходами производится аналогичным образом.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 3 Работа с библиотеками CODESYS

### 3.1 Работа со стандартной библиотекой Standard.lib

Данная библиотека включена в проект по умолчанию, ее не нужно дополнительно добавлять в проект.

#### 3.1.1 Строковые функции

##### LEN

Возвращает длину строки. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  STR: STRING;
  VarINT1 : INT ;
END_VAR
```

```
VarINT1:= LEN (STR);
```

Если STR = 'World', то значение переменной VarINT1 = 5.

##### LEFT

Возвращает левую значимую часть строки заданной длины. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  STR: STRING;
  VarINT1 : INT ;
END_VAR
```

```
STR:= LEFT ('Hello World', VarINT1);
```

Если VarINT1 = 5, то значение переменной STR = 'Hello'.

##### RIGHT

Возвращает правую значимую часть строки заданной длины. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  STR: STRING;
  VarINT1 : INT ;
END_VAR
```

```
STR:= RIGHT ('Hello World', VarINT1);
```

Если VarINT1 = 5, то значение переменной STR = 'World'.

##### MID

Возвращает часть строки указанной длины с указанной позиции. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



```
STR: STRING;  
END_VAR
```

```
STR:= MID ('Hello World',7,3);
```

В примере длинна 7, позиция 3, STR = 'llo Wor'.

### CONCAT

Конкатенация (объединение) двух строк. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG  
VAR  
STR: STRING;  
END_VAR
```

```
STR:= CONCAT ('Hello ', 'World');
```

В результате выполнения строка STR примет значение 'Hello World'.

### INSERT

Функция вставляет строку в указанную позицию другой строки. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG  
VAR  
STR: STRING;  
END_VAR
```

```
STR:= INSERT ('He World', 'llo', 2 );
```

В результате выполнения строка STR примет значение 'Hello World'.

### DELETE

Функция удаляет часть строки заданной длины с указанной позиции. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG  
VAR  
STR: STRING;  
END_VAR
```

```
STR:= DELETE ('Hello World', 4, 3 );
```

В результате выполнения строка STR примет значение 'HeWorld'.

### REPLACE

Функция заменяет часть строки другой строкой заданной длины с указанной позиции. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG  
VAR  
STR: STRING;  
END_VAR
```

```
STR:= REPLACE ('Hello World', 'i', 4, 2);
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

48

Формат А4

В результате выполнения строка STR примет значение 'Hi World'.

### FIND

Функция возвращает позицию заданного контекста в строке. Нумерация позиций в строке начинается с 1. Если контекст в строке не найден, функция возвращает 0. Если в строке несколько совпадений, возвращает позицию первого. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  Pos: INT;
END_VAR
```

```
Pos:= REPLACE ('Hello World', 'l');
```

В результате выполнения переменная Pos примет значение 3.

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
49

### 3.1.2 Переключатели

**Важно!!! Все функциональные блоки требуют объявления экземпляра.**

#### SR

Переключатель с доминантой включения. Выход Q1 равен FALSE до тех пор, пока вход SET станет равным TRUE. Выход Q1 при этом принимает значение TRUE и сохраняет его до тех пор, пока вход SET не примет значение FALSE, а вход RESET1 значение TRUE. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    SRInst: SR; // объявление экземпляра функционального блока
    VarBool1, VarBool2, Out: BOOL;
END_VAR
```

```
SRInst(SET1:= VarBool1, RESET:= VarBool2, Q1=> Out);
```

#### RS

Переключатель с доминантой выключения. Выход Q1 равен FALSE до тех пор, пока вход SET станет равным TRUE. Выход Q1 при этом принимает значение TRUE и сохраняет его до тех пор, пока вход RESET1 не примет значение TRUE, вне зависимости от состояния входа SET. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    RSInst: RS; // объявление экземпляра функционального блока
    VarBool1, VarBool2, Out: BOOL;
END_VAR
```

```
RSInst(SET:= VarBool1, RESET1:= VarBool2, Q1=> Out);
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

50

Формат А4

### 3.1.3 Детекторы импульсов

#### R\_TRIG

Функциональный блок R\_TRIG генерирует импульс по переднему фронту входного сигнала. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  R_TRIG_Inst: R_TRIG; // объявление экземпляра
  VarBool1: BOOL;
  VarInt1: INT := 0; // значение по умолчанию будет равно нулю
END_VAR
```

```
R_TRIG_Inst(CLK:= VarBool1);
IF R_TRIG_Inst.Q THEN
  VarINT1:= VarINT1+1;
END_IF
```

Выход Q равен FALSE до тех пор, пока вход CLK равен FALSE. Как только CLK получает значение TRUE, Q устанавливается в TRUE. При следующем вызове функционального блока выход сбрасывается в FALSE. Таким образом, блок выдает единичный импульс при каждом переходе CLK из TRUE в FALSE. При этом переменная VarINT1 подсчитывает количество таких импульсов.

#### F\_TRIG

Функциональный блок F\_TRIG генерирует импульс по заднему фронту входного сигнала. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  F_TRIG_Inst: F_TRIG; // объявление экземпляра
  VarBool1: BOOL;
  VarInt1: INT := 0; // значение по умолчанию будет равно нулю
END_VAR
```

```
F_TRIG_Inst(CLK:=VarBool1);
IF F_TRIG_Inst.Q THEN
  VarINT1:= VarINT1+1;
END_IF
```

Выход Q равен FALSE до тех пор, пока вход CLK равен TRUE. Как только CLK получает значение FALSE, Q устанавливается в TRUE. При следующем вызове функционального блока выход сбрасывается в FALSE. Таким образом, блок выдает единичный импульс при каждом переходе CLK из TRUE в FALSE. При этом переменная VarINT1 подсчитывает количество таких импульсов.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 3.1.4 Счетчики

#### CTU

Функциональный блок «инкрементный счетчик». По каждому переднему фронту на входе CU выход CV увеличивается на 1. Выход Q устанавливается в TRUE, когда счетчик достигнет значения заданного PV. Счетчик CV сбрасывается в 0 по входу RESET = TRUE. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    CTUInst: CTU; // объявление экземпляра
    VarBool1, VarBool2, OUT: BOOL;
    Counter: WORD := 0; // значение по умолчанию будет равно нулю
END_VAR
```

```
CTUInst(CU:= VarBool1, RESET:=VarBool2 , PV:= 10, CV=>Counter,
Q=>OUT);
```

В данном примере ведется подсчет переходов переменной VarBool1 из FALSE в TRUE. При достижении счетчиком Counter значения 10, переменная OUT примет значение TRUE. Сброс счетчика Counter и выхода OUT осуществляется состоянием TRUE переменной VarBool2.

**Важно!!! Обратите внимание, что при вызове функциональных блоков нужно обязательно указать значения для входных параметров. В противном случае они могут принять случайное значение. Выходные параметры могут быть присвоены после вызова функционального блока. Например:**

```
CTUInst(CU:= VarBool1, RESET:=VarBool2 , PV:= 10,);
Counter:= CTUInst.CV;
OUT:= CTUInst.Q;
```

#### CTD

Функциональный блок «декрементный счетчик». По каждому переднему фронту на входе CD выход CV уменьшается на 1. Когда счетчик достигнет 0, счет останавливается, выход Q переключается в TRUE. Счетчик CV загружается начальным значением, равным PV по входу LOAD = TRUE. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    CTDInst: CTD; // объявление экземпляра
    VarBool1, VarBool2, OUT: BOOL;
    Counter: WORD := 0; // значение по умолчанию будет равно нулю
END_VAR
```

```
CTDInst(CD:= VarBool1, LOAD:=VarBool2 , PV:= 10);
Counter:= CTDInst.CV;
OUT:= CTDInst.Q;
```

**Важно!!! В данном примере переменная CV функционального блока CTDInst – беззнаковая. По этому, не может быть меньше 0, а значит, после достижения этого значения счетчик теряет свой смысл.**

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

52

ФорматА4

Хорошим примером будет следующая реализация:

```
CTDInst(CD:= VarBool1, LOAD:= CTDInst.Q , PV:= 10);
Counter:= CTDInst.CV;
```

В нем при достижении переменной CV нуля выход Q сбросит счетчик в начальное состояние.

### CTUD

Функциональный блок «инкрементный / декрементный счетчик». По входу RESET счетчик CV сбрасывается в 0, по входу LOAD загружается значением PV. По фронту на входе CU счетчик увеличивается на 1. По фронту на входе CD счетчик уменьшается на 1 (до 0). QU устанавливается в TRUE, когда CV больше или равен PV. QD устанавливается в TRUE, когда CV равен 0. Данный счетчик объединяет в себе два предыдущих. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    CTUDInst: CTUD; // объявление экземпляра
    VarBool1, VarBool2, RES1, OUT: BOOL;
    Counter: WORD ;
END_VAR
```

```
CTUDInst(CD:= VarBool1, CU:= VarBool2, RESET:=RES1 , LOAD:=
CTUDInst.QD , PV:= 10);
Counter:= CTUDInst.CV;
OUT:= CTUDInst.QU;
```

В исходном состоянии такого счетчика значение CV будет равным 10. Так как при достижении им нуля будет срабатывать выход QD и загружать значение PV в CV. При достижении счетчика значения больше или равным 10, переменная OUT будет в состоянии TRUE. Переменной RES1 счетчик сбрасывается в исходное состояние.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

53

### 3.1.5 Таймеры

#### TP

Функциональный блок «таймер». Пока IN равен FALSE, выход Q = FALSE, выход ET = 0 (исходное состояние). При переходе IN в TRUE выход Q устанавливается в TRUE и таймер начинает отсчет времени (в миллисекундах) на выходе ET до достижения длительности, заданной PT. Далее счетчик не увеличивается. Таким образом, выход Q генерирует импульс длительностью PT по фронту входа IN. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  TPInst: TP; // объявление экземпляра
  VarBool1, VarBool2, OUT: BOOL;
  ElapsedTime: TIME;
END_VAR
```

```
TPInst(IN := VarBool1, PT:= T#10S);
VarBool2 := TPInst.Q;
ElapsedTime:= TPInst.ET;
```

Временная диаграмма работы таймера TR изображена на рисунке 61.

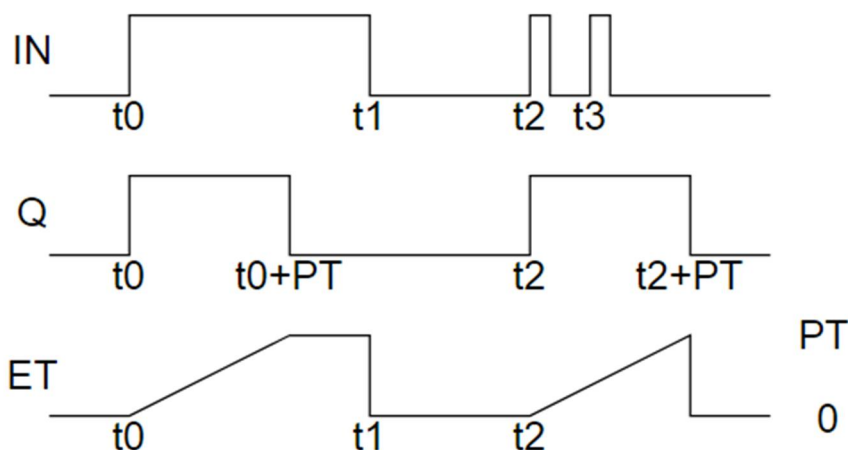


Рисунок 61 – Временная диаграмма работы таймера TR

Стоит заметить, что таймер возвращается в исходное состояние при условии ET=PT и IN=FALSE.

#### TON

Функциональный блок «таймер с задержкой включения». Пока IN равен FALSE, выход Q = FALSE, выход ET = 0 (исходное состояние). Как только IN становится TRUE, начинается отсчет времени (в миллисекундах) на выходе ET до значения, равного PT. Далее счетчик не увеличивается. Q равен TRUE, когда IN равен TRUE и ET равен PT, иначе FALSE. Таким образом, выход Q устанавливается с задержкой PT от фронта входа IN. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
```

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

```

VAR
    TONInst: TON; // объявление экземпляра
    VarBool1, VarBool2, OUT: BOOL;
    ElapsedTime: TIME;
END_VAR

```

```

TONInst(IN := VarBOOL1, PT:= T#3S);
VarBOOL2 := TONInst.Q;
ElapsedTime:= TONInst.ET;

```

Временная диаграмма работы таймера TON изображена на рисунке 62.

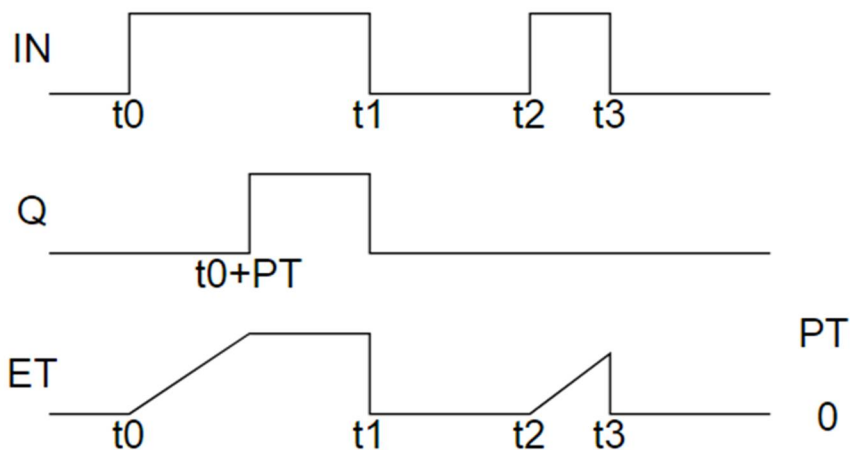


Рисунок 62 – Временная диаграмма работы таймера TON

Таймер возвращается в исходное состояние при условии IN=FALSE.

### TOF

Функциональный блок «таймер с задержкой выключения». Если IN равен TRUE, то выход Q = TRUE и выход ET = 0 (исходное состояние). Как только IN переходит в FALSE, начинается отсчет времени (в миллисекундах) на выходе ET. При достижении заданной длительности отсчет останавливается. Выход Q равен FALSE, если IN равен FALSE и ET равен PT, иначе - TRUE. Таким образом, выход Q сбрасывается с задержкой PT от спада входа IN. Пример:

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
    TOFInst: TOF; // объявление экземпляра
    VarBool1, VarBool2, OUT: BOOL;
    ElapsedTime: TIME;
END_VAR

```

```

TOFInst(IN := VarBOOL1, PT:= T#5S);
VarBOOL2 := TOFInst.Q;
ElapsedTime:= TOFInst.ET;

```

Временная диаграмма работы таймера TOF изображена на рисунке 63.

Согласовано/Согласов

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



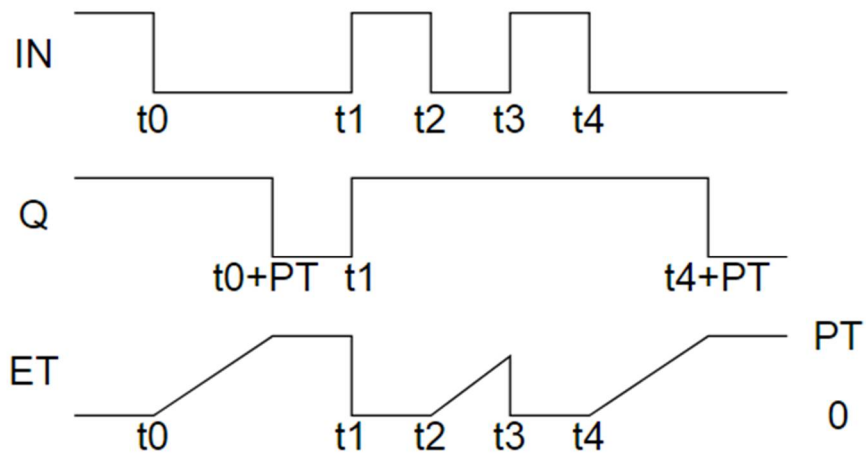


Рисунок 63 – Временная диаграмма работы таймера TOF

Таймер возвращается в исходное состояние при условии  $IN=TRUE$ .

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

56

Формат А4

### 3.2 Работа с библиотеками CmpModbusKAPP82 для реализации протокола Modbus

Для работы контроллера по протоколу Modbus необходимо добавить библиотеку CmpModbusKAPP82. Для этого откройте «Менеджер библиотек», нажмите кнопку «Добавить библиотеку» (рисунок 64).

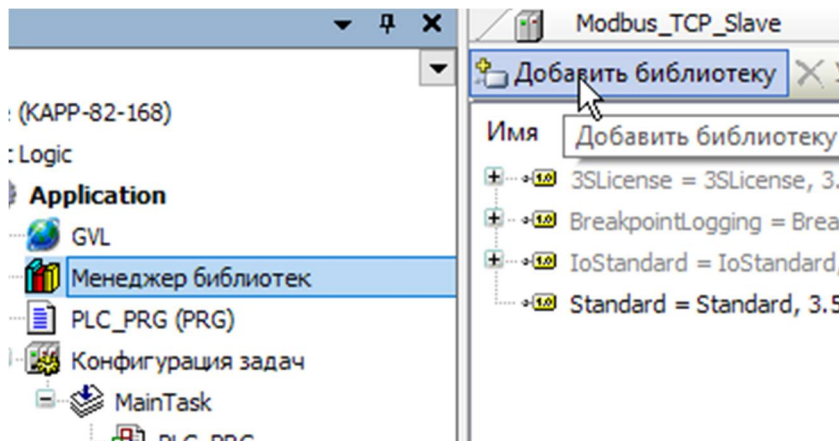


Рисунок 64 – Менеджер библиотек

В открывшемся окне «Библиотека» раскройте список «(Смешан.)», найдите необходимую библиотеку и нажмите кнопку «ОК» (рисунок 65).

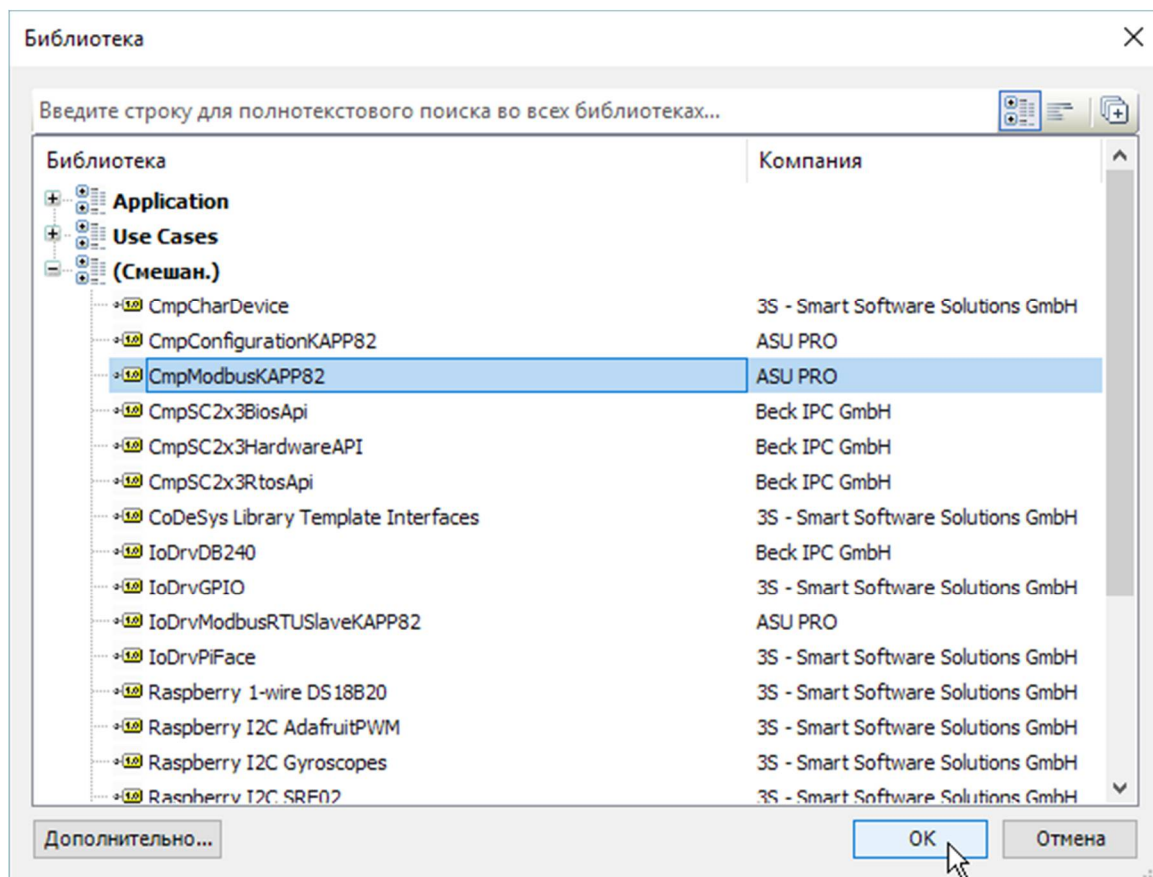


Рисунок 65 – Добавление библиотеки в проект

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Список установленных библиотек в менеджере должен обновиться (рисунок 66).

Имя	Дополнительное имя	Действующая версия
3SLicense = 3SLicense, 3.5.10.0 (3S - Smart Software Soluti...	_3S_LICENSE	3.5.10.0
BreakpointLogging = Breakpoint Logging Functions, 3.5.5.0 ...	BPLog	3.5.5.0
CmpModbusKAPP82 = CmpModbusKAPP82, 1.0.0.0 (ASU PRO)	CmpModbusKAPP82	1.0.0.0
IoStandard = IoStandard, 3.5.9.0 (System)	IoStandard	3.5.9.0
Standard = Standard, 3.5.9.0 (System)	Standard	3.5.9.0

Рисунок 66 – Менеджер библиотек после добавления библиотеки CmpModbusKAPP82

### 3.2.1 Работа в качестве ведомого устройства по интерфейсам RS-485, RS-232 (Modbus RTU Slave)

Для работы контроллера в таком режиме необходимо добавить драйвер Modbus RTU Slave. В среде CODESYS он выполнен в виде устройств ввода-вывода. Добавление устройства Modbus RTU Slave производится аналогично добавлению устройств аналоговых и дискретных входов и выходов. Для этого в дереве проекта кликаем правой кнопкой по иконке «Устройства» («Device») для вызова контекстного меню, в котором нужно выбрать пункт «Добавить устройство» (рисунок 67).

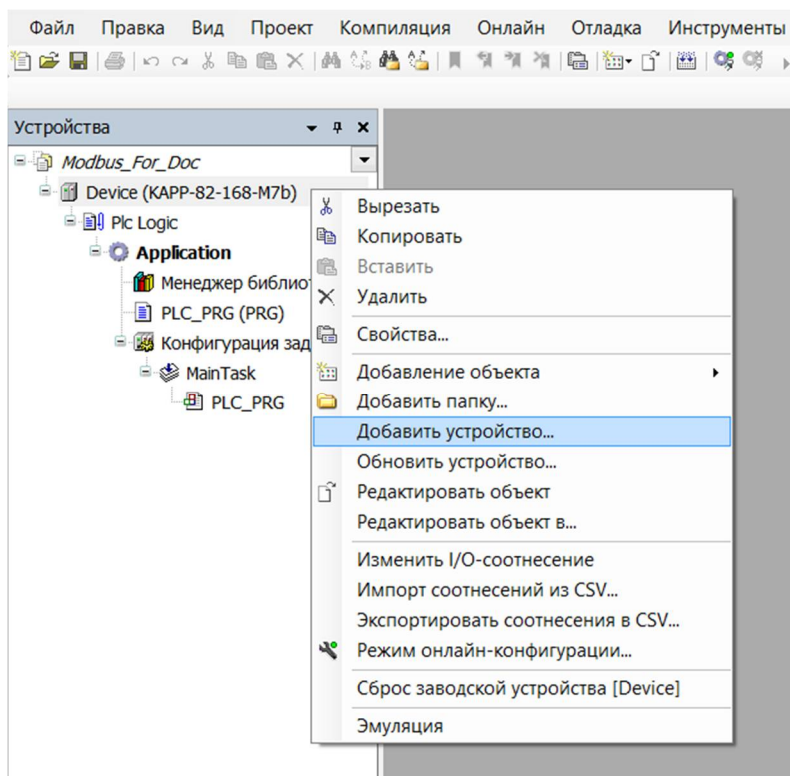


Рисунок 67 – Добавление нового устройства в менеджере проекта

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инав. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Далее в верхней части открывшегося окна раскрываем дерево «Разн.» и находим Modbus RTU Slave производителя ASU PRO (рисунок 68).

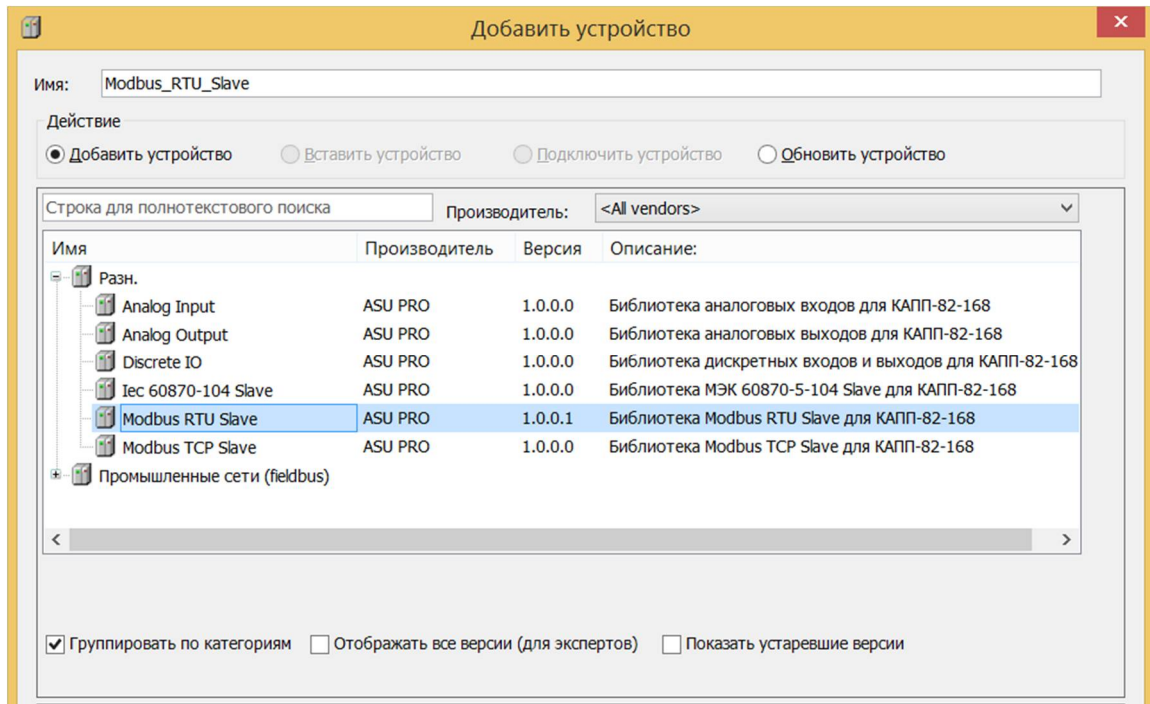


Рисунок 68 – Расположение устройства Modbus RTU Slave

Далее внизу, жмем кнопку «Добавить устройство» и закрываем окно «Добавить устройство». После чего в дереве проекта появится новое устройство Modbus RTU Slave (рисунок 69).

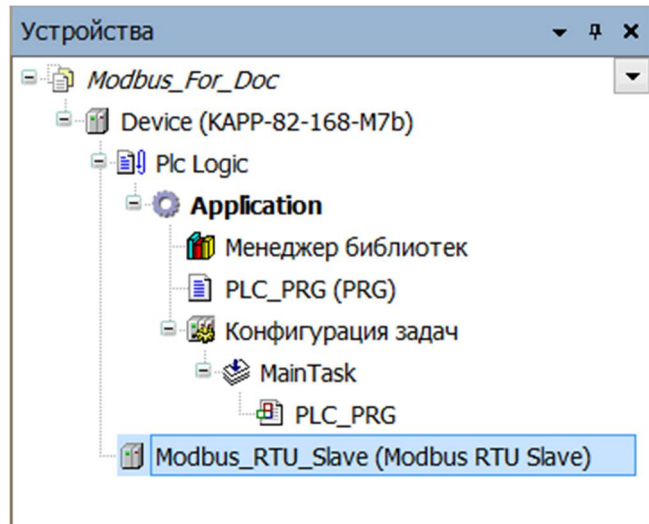


Рисунок 69 – Дерево проекта после добавления Modbus RTU Slave

Далее, необходимо выделить область памяти под регистры Modbus, создав список глобальных переменных. Для этого необходимо щелкнуть правой клавишей мыши по иконке «Приложение» («Application»), а далее в контекстном меню выбрать подпункт «Список глобальных переменных...» пункта «Добавить объект» (рисунок 70).

Согласовано					
Инь. № подл.					
Взаим. инв. №Взаим. инв.					
Подп. и дата					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

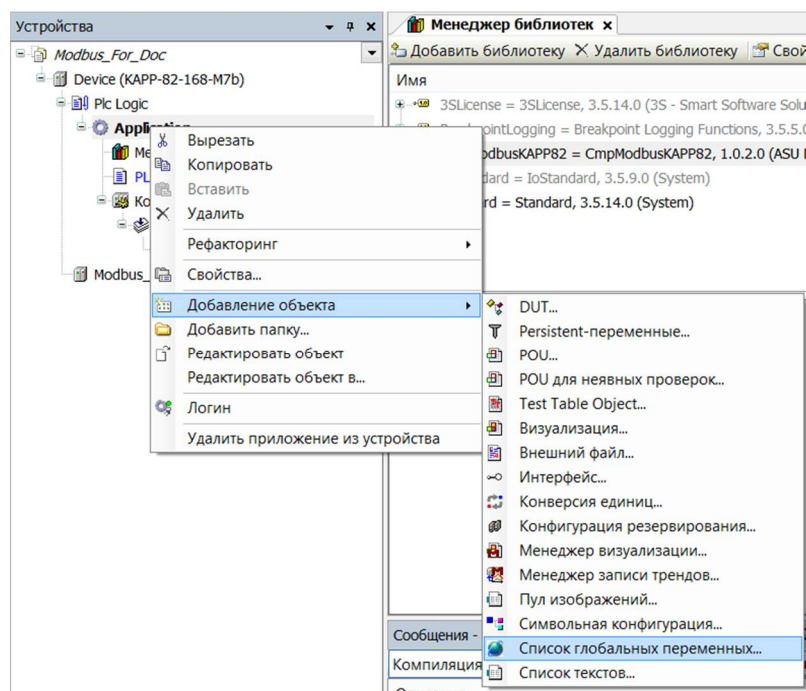


Рисунок 70 – Создание списка глобальных переменных

Назовите новый элемент «Global» и нажмите кнопку «Добавить».

Созданный список глобальных переменных должен содержать следующий код:

```

VAR_GLOBAL CONSTANT
    // Количество флагов
    numCoils: DINT := 200;
    // Количество дискретных входов
    numDiscreteInputs: DINT := 200;
    // Количество входных регистров
    numInputRegisters: DINT := 200;
    // Количество регистров хранения
    numHoldingRegisters: DINT := 200;
END_VAR

VAR_GLOBAL
    coils: ARRAY[0..Global.numCoils-1] OF
        CmpModbusKAPP82.ModbusCoil;
    discreteInputs: ARRAY[0..Global.numDiscreteInputs-1] OF
        CmpModbusKAPP82.ModbusDiscreteInput;
    inputRegisters: ARRAY[0..Global.numInputRegisters-1] OF
        CmpModbusKAPP82.ModbusInputRegister;
    holdingRegisters: ARRAY[0..Global.numHoldingRegisters-1] OF
        CmpModbusKAPP82.ModbusHoldingRegister;
    mapping: CmpModbusKAPP82.ModbusMapping :=
        (NumberOfCoils := Global.numCoils, NumberOfDiscreteInputs
        := Global.numDiscreteInputs, NumberOfInputRegisters :=
        Global.numInputRegisters, NumberOfHoldingRegisters :=
        numHoldingRegisters, TabCoils := ADR(coils),
        TabDiscreteInputs := ADR(discreteInputs),
        TabInputRegisters := ADR(inputRegisters),

```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

60

Формат А4

```

        TabHoldingRegisters := ADR(holdingRegisters)
    );
END_VAR

```

**Совет!!!** Для ускорения процесса создания списка глобальных переменных можно просто скопировать текст из вышеуказанной таблицы. Так же это позволит избежать вероятных опечаток при наборе кода вручную.

После чего вкладка списка глобальных переменных примет следующий вид (рисунок 71)

```

1 {attribute 'qualified_only'}
2 VAR_GLOBAL CONSTANT
3     // Количество флагов
4     numCoils: DINT := 200;
5     // Количество дискретных входов
6     numDiscreteInputs: DINT := 200;
7     // Количество входных регистров
8     numInputRegisters: DINT := 200;
9     // Количество регистров хранения
10    numHoldingRegisters: DINT := 200;
11 END_VAR
12
13 VAR_GLOBAL
14    coils: ARRAY[0..Global.numCoils-1] OF CmpModbusKAPP82.ModbusCoil;
15    discreteInputs: ARRAY[0..Global.numDiscreteInputs-1] OF CmpModbusKAPP82.ModbusDiscreteInput;
16    inputRegisters: ARRAY[0..Global.numInputRegisters-1] OF CmpModbusKAPP82.ModbusInputRegister;
17    holdingRegisters: ARRAY[0..Global.numHoldingRegisters-1] OF CmpModbusKAPP82.ModbusHoldingRegister;
18    mapping: CmpModbusKAPP82.ModbusMapping := (
19        NumberOfCoils := Global.numCoils,
20        NumberOfDiscreteInputs := Global.numDiscreteInputs,
21        NumberOfInputRegisters := Global.numInputRegisters,
22        NumberOfHoldingRegisters := numHoldingRegisters,
23        TabCoils := ADR(coils),
24        TabDiscreteInputs := ADR(discreteInputs),
25        TabInputRegisters := ADR(inputRegisters),
26        TabHoldingRegisters := ADR(holdingRegisters)
27    );
28 END_VAR
29

```

Рисунок 71 – Код списка глобальных переменных

В данном примере размер массивов флагов (Coils), дискретных входов (Discrete Inputs), регистров хранения (Holding Registers), регистров ввода (Input Registers) равен двумстам элементам. Чтобы изменить количество необходимых регистров, изменяйте значения глобальных констант (раздел **VAR\_GLOBAL CONSTANT**). Для правильной работы драйвера, не изменяйте текст объявлений глобальных массивов регистров и структуры таблицы регистров (mapping) в разделе **VAR\_GLOBAL**.

Далее нужно настроить драйвер Modbus RTU Slave, нажав двойным кликом левой кнопкой мыши на соответствующий значок в дереве проекта. При этом в центральной части откроется вкладка Modbus\_RTU\_Slave (рисунок 72).

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							61

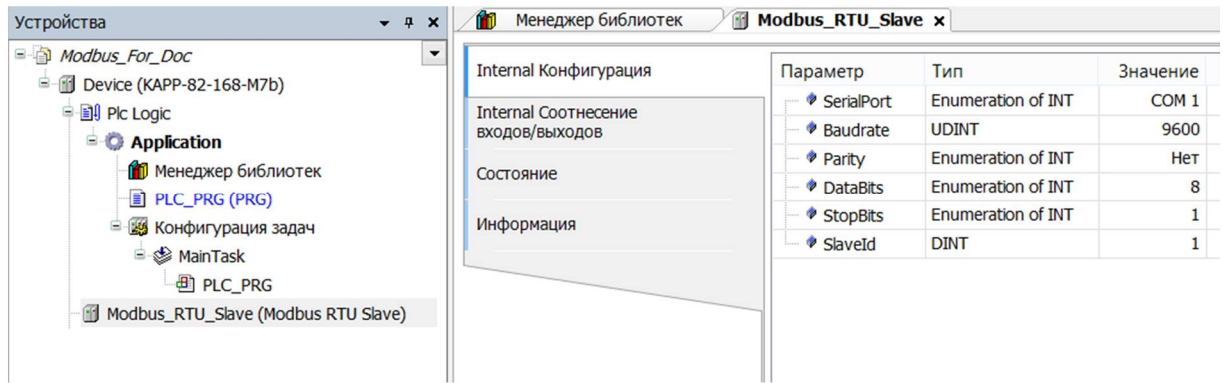


Рисунок 72 – Вкладка Modbus\_RTU\_Slave, раздел «Конфигурация»

В первом разделе «Конфигурация» вкладки Modbus RTU Slave можно настроить параметры порта, такие как номер порта, скорость, четность, размер данных, количество стоповых бит и адрес устройства.

Во втором разделе «Соотнесение входов/выходов» необходимо каналу ModbusMapping соотнести переменную mapping, объявленную ранее в глобальных переменных раздела **VAR\_GLOBAL**. Проще всего это сделать, щелкнув дважды по строке «Переменная», после чего в правой части строки появятся кнопка ассистента ввода (рисунок 73)

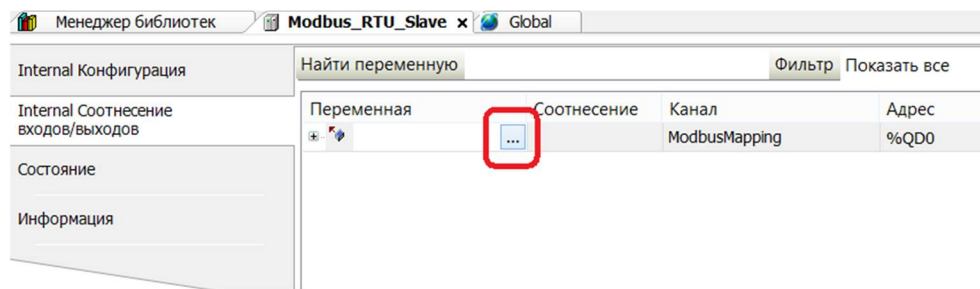


Рисунок 73 – Кнопка вызова ассистента ввода

Вызываем данной кнопкой окно ассистента ввода, ищем в нем структуру переменных mapping (расположение переменной Application/Global) и щелкаем двойным левым кликом мыши (рисунок 74).

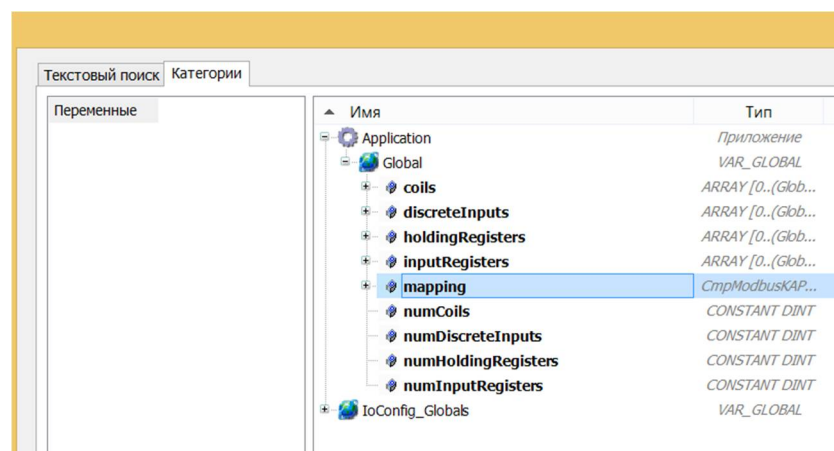


Рисунок 74 – Нахождение переменной mapping с помощью ассистента ввода

Далее, для того чтобы структура переменных mapping обновлялась всегда, выберите пункт «Вкл. 2 (всегда в задаче цикла шины)» списка «Всегда обновлять переменные» в окне «Соотнесение входов/выходов» устройства (рисунок 75).

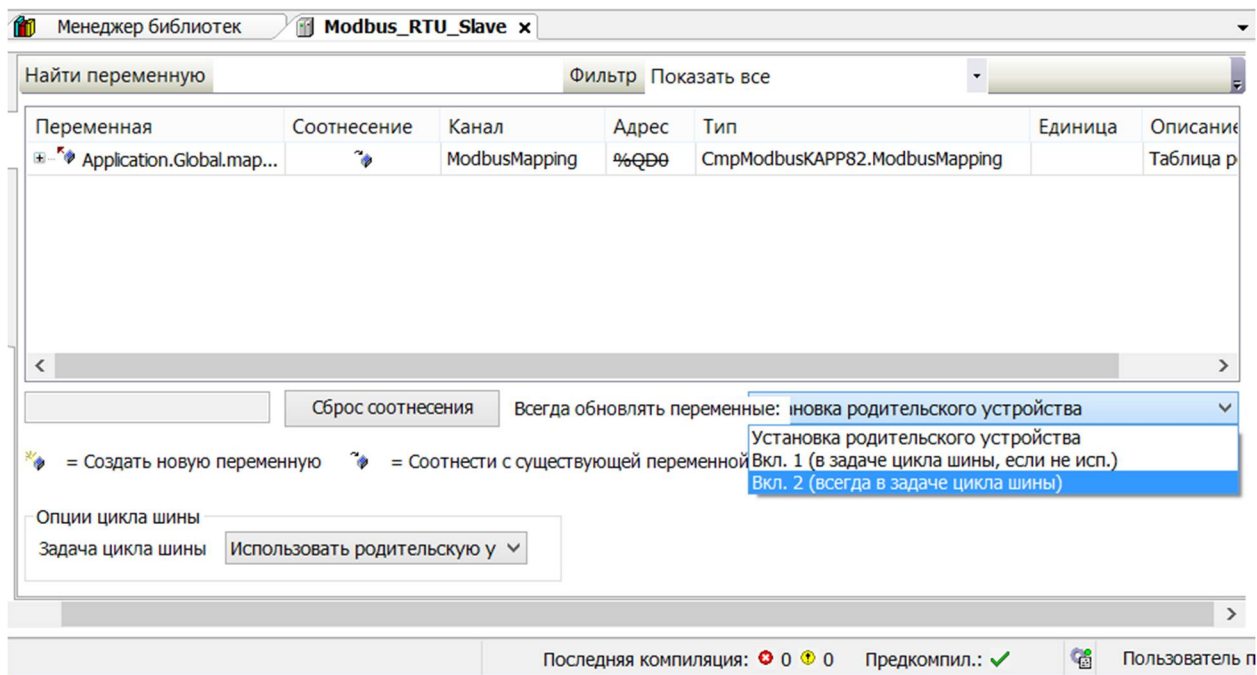


Рисунок 75 – Настройки обновления переменных

После загрузки приложения в контроллер, убедимся, что драйвер работает. Для этого необходимо обратить внимание на значок драйвера Modbus RTU Slave в дереве проекта (рисунок 76).

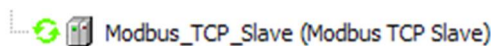


Рисунок 76 – Значок корректной работы драйвера

Возможно появление значка ошибки в работе драйвера (рисунок 77).

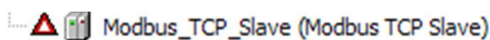


Рисунок 77 – Значок ошибки в работе драйвера

Возможные причины ошибки:

- не присвоена таблица регистров (mapping);
- размер всех типов данных в таблице регистров равен нулю;
- неверные размерности массивов под регистры;
- не настроено постоянное обновление переменных.

Для работы с регистрами предназначены функции библиотеки CmpModbusKAPP82 Get и Set для каждого типа регистров Modbus. Все функции можно посмотреть в Приложении В.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Так же все функции, описание и документацию можно найти в Менеджере библиотек, библиотека CmpModbusKAPP82 в папке Mapping (рисунок 78).

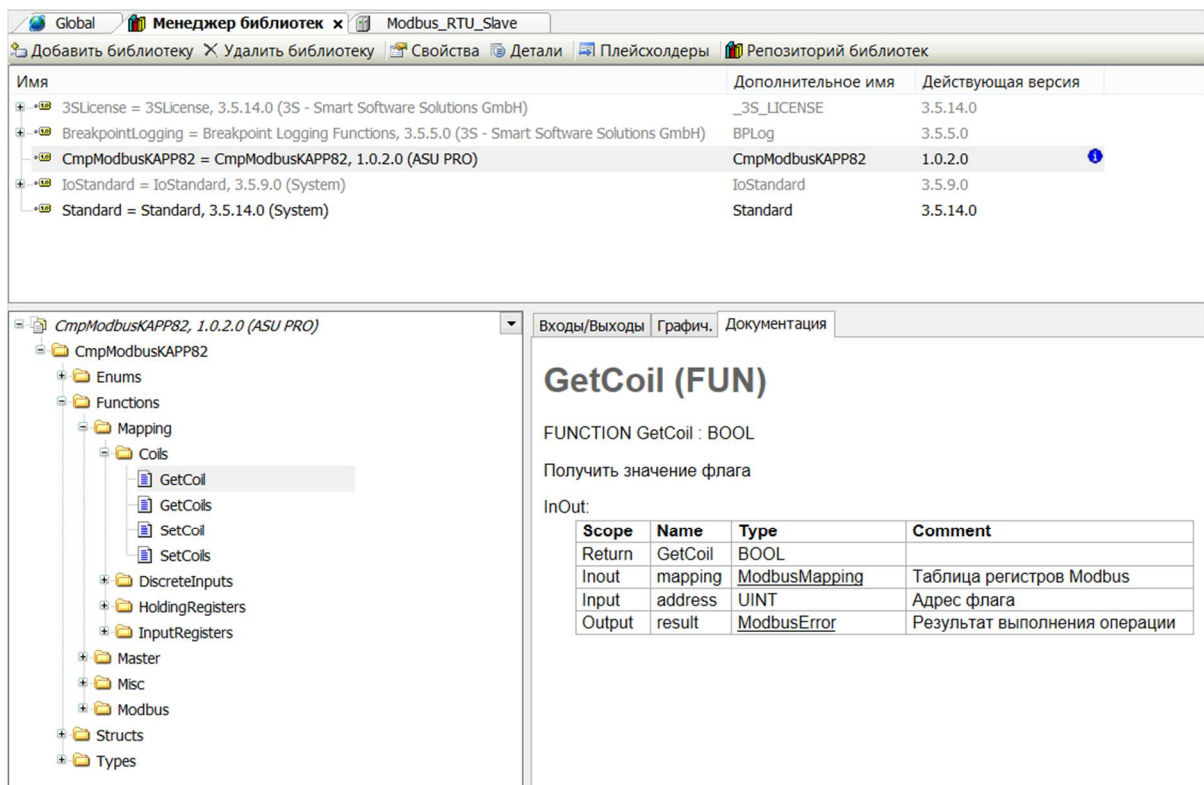


Рисунок 78 – Документация библиотеки CmpModbusKAPP82

Например, чтобы записать значение переменной I в нулевой регистр, используется следующий код:

```
CmpModbusKAPP82.SetHoldingRegister(Global.mapping, 0, i);
```

**Совет!!!** Для работы с регистрами Modbus необязательно пользоваться вышеуказанными функциями. С регистрами можно работать напрямую. При этом нужно учитывать, что регистры флагов (Coils) и дискретных входов (Discrete Inputs) в структуре mapping имеют тип BYTE, по причине дискретности передаваемой информации равной одному байту, хотя и логически могут принимать значения 0 и 1, что соответствует типу BOOL. По этому, для присвоения переменных с разным типом данных необходимо применять преобразования типа (TO\_BYTE, TO\_BOOL). Например:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    VarBool1, VarBool2: BOOL;
    VarUint1: UINT;
END_VAR
```

```
Global.coils[0] := TO_BYTE(VarBool1);
VarBool2 := TO_BOOL(global.coils[2]);
Global.holdingRegisters[5] := VarUint1;
```

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

**Важно!!! Регистры флагов (Coils) и дискретных входов (Discrete Inputs) не должны принимать значения отличные от 0 и 1. Иначе при опросе ведущим устройством будет считываться недостоверная информация.**

Несколько драйверов Modbus могут использовать одну и ту же таблицу регистров (mapping). Это полезно когда необходимо передавать одни и те же данные двум и более ведущим устройствам по разным портам в разных сетях. Например, по интерфейсу RS-232 на панель оператора через драйвер Modbus RTU Slave по порту COM2, другому контроллеру по интерфейсу RS-485 через драйвер Modbus RTU Slave по порту COM4, SCADA – системе по интерфейсу Ethernet через драйвер Modbus TCP Slave. При этом не нужно создавать несколько глобальных структур типа mapping, нужно лишь каждому соответствующему каналу ModbusMapping соотнести одну структуру mapping.

### 3.2.2 Работа в качестве ведомого устройства по интерфейсу Ethernet (Modbus TCP Slave)

Для работы контроллера в таком режиме необходимо добавить драйвер Modbus TCP Slave. Добавление драйвера происходит аналогично драйверу Modbus RTU Slave (рисунок 79).

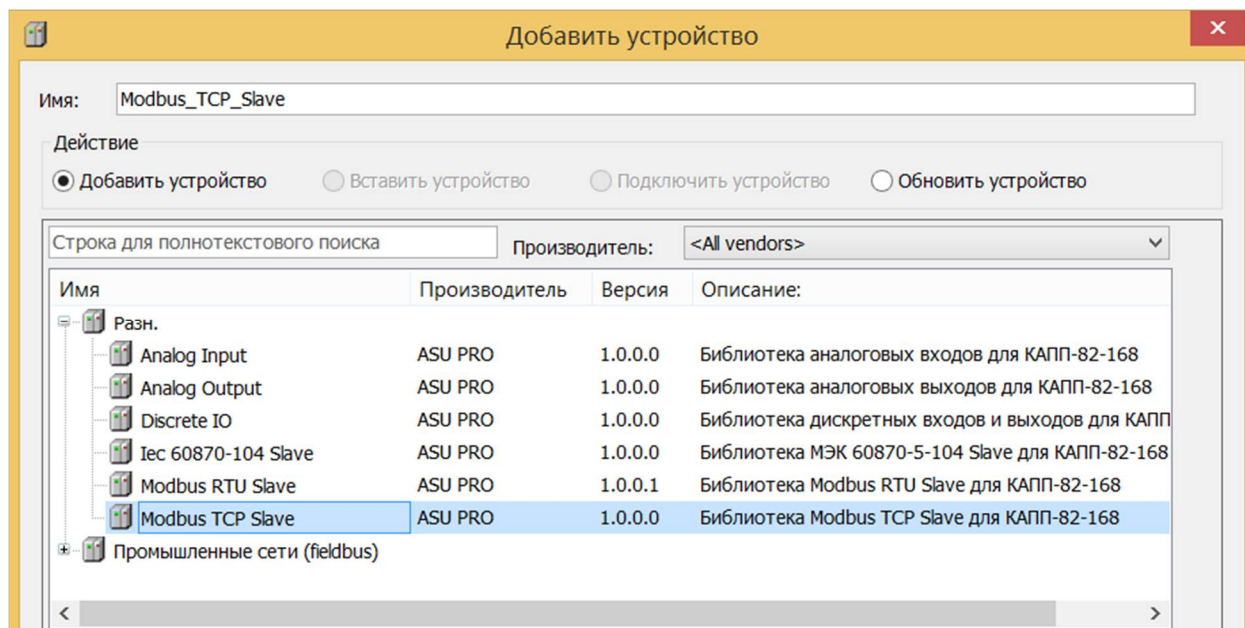


Рисунок 79 – Расположение устройства Modbus TCP Slave

Если ранее не область памяти под регистры Modbus не выделялась (структура mapping) или нужна другая структура mapping, выделяем новую область памяти точно так же как и ранее, для драйвера Modbus RTU Slave в пункте 2.4.3. Аналогично предыдущему драйверу соотносим каналу ModbusMapping переменную mapping, не забывая при этом настроить обновление переменных всегда в задаче цикла шины (рисунок 80).

Согласовано

Изм. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							65

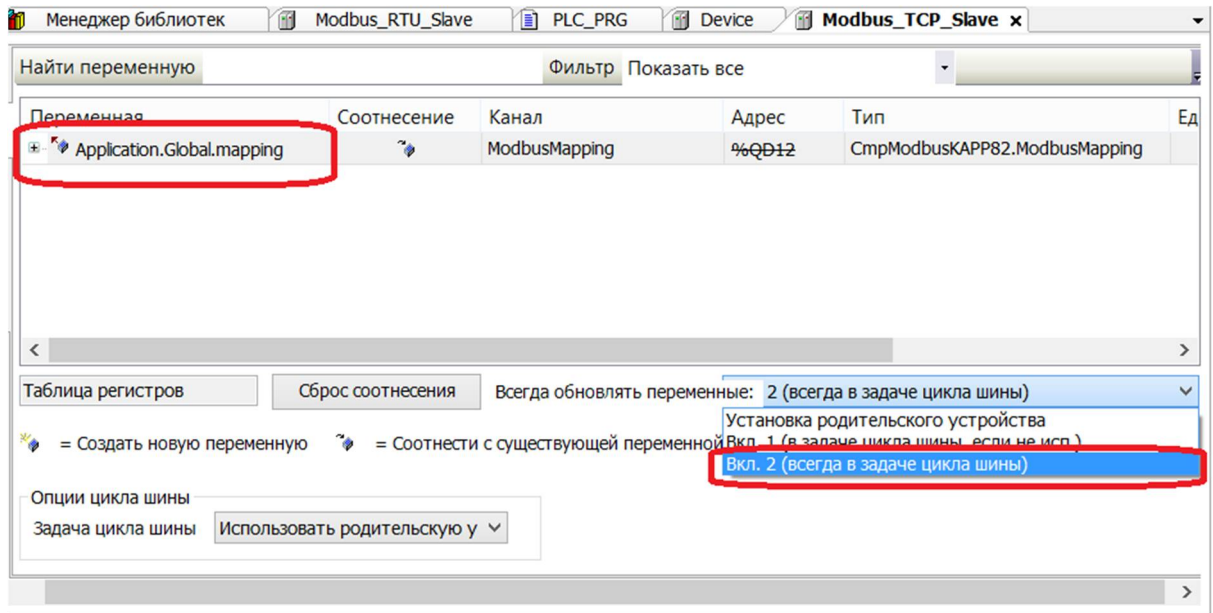


Рисунок 80 – Вкладка Modbus\_TCP\_Slave, раздел «Соотнесение входов/выходов»

В первом разделе «Конфигурация» вкладки Modbus TCP Slave можно настроить номер порта TCP и максимальное количество одновременных клиентов (рисунок 81).

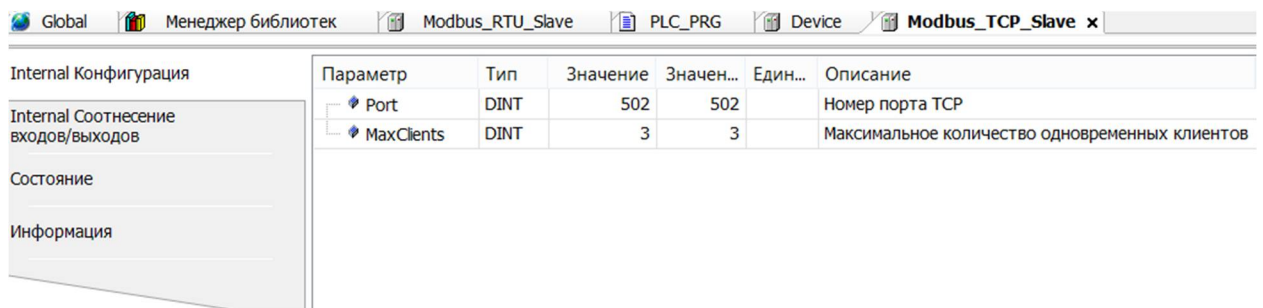


Рисунок 81 – Вкладка Modbus\_TCP\_Slave, раздел «Конфигурация»

При этом IP – адрес устройства не меняется и определяется конфигурационным файлом CODESYSControl.cfg (рисунок 82)

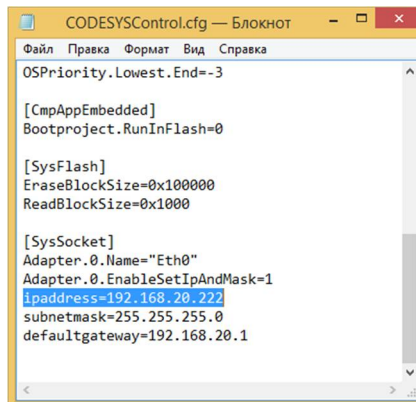


Рисунок 82 – Содержание конфигурационного файла CODESYSControl.cfg

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Так же стоит учитывать, что у контроллера КАПП-82-168 один порт Ethernet.

Работы с регистрами Modbus осуществляется так же, как и в случае драйвера Modbus RTU Slave пункт 2.4.3.

### 3.2.3 Работа в качестве ведущего устройства по интерфейсам RS-485, RS-232 (Modbus RTU Master)

Для работы в качестве ведущего устройства драйверов подобным Modbus RTU Slave и Modbus TCP Slave для КАПП-82-168 нет. Для такой работы алгоритм опроса ведомых устройств необходимо описывать самому. Алгоритм Modbus Master должен исполняться в отдельной задаче. Для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по значку «Конфигурация задач» и в контекстном меню «Добавление объекта» выбрать «Задача...» (рисунок 83).

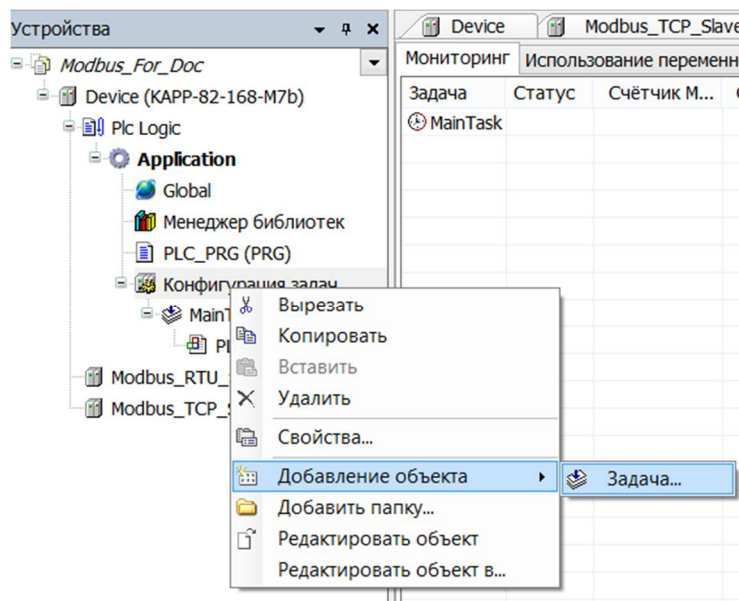


Рисунок 83 – Добавление новой задачи

В диалоговом окне «Добавить Задача» укажем имя новой задачи ModbusMaster и нажмем кнопку «Добавить» (рисунок 84).

Согласовано

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

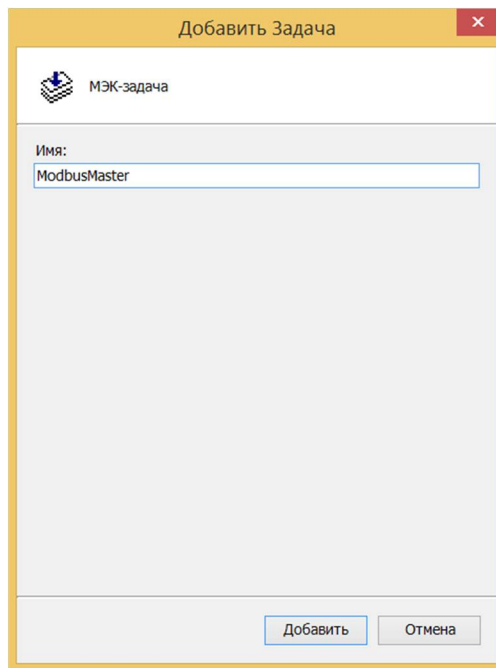


Рисунок 84 – Создание имени новой задачи

После чего откроется окно «Конфигурация» вкладки задачи ModbusMaster (рисунок 85).

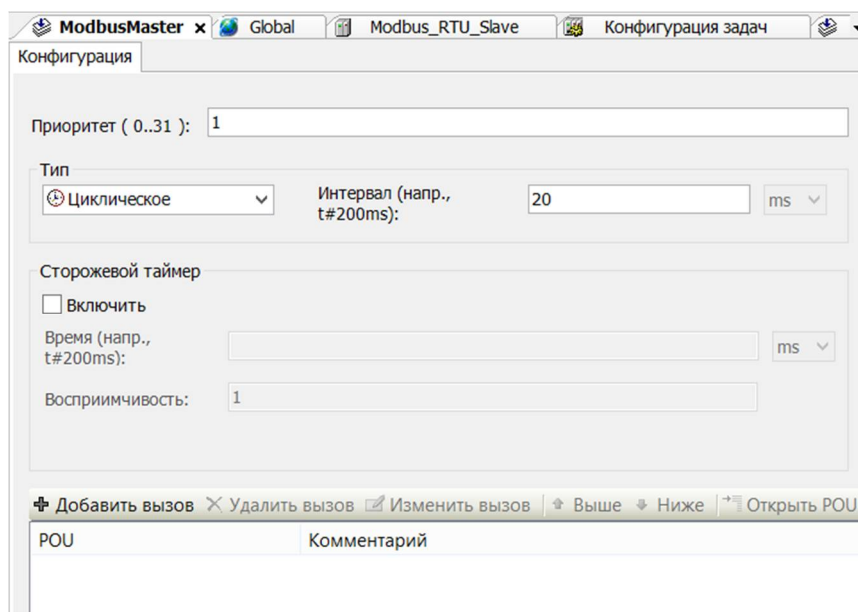


Рисунок 85 – Окно конфигурации задачи

Как видно из рисунка задача будет выполняться циклически каждые 20 мс.

Далее необходимо создать новую программу. Для этого щелкаем правой кнопкой мыши по значку «Приложение» («Application») и выбираем в подменю пункт «ROU...» меню «Добавление объекта» (рисунок 86)

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

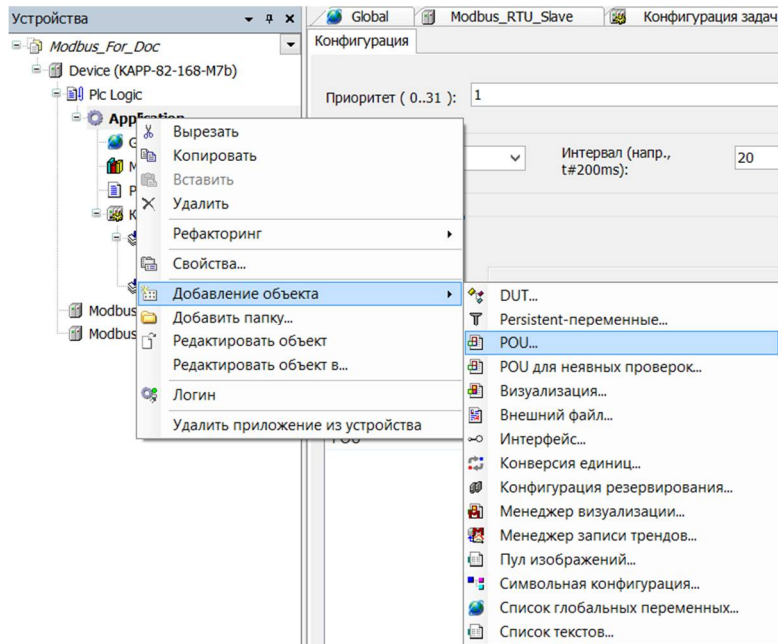


Рисунок 86 – Добавление объекта POU

В открывшемся окне «Добавить POU» выбираем тип «Программа», язык реализации «Структурированный текст (ST)» и даем имя RTU и жмем кнопку «Добавить» (рисунок 87)

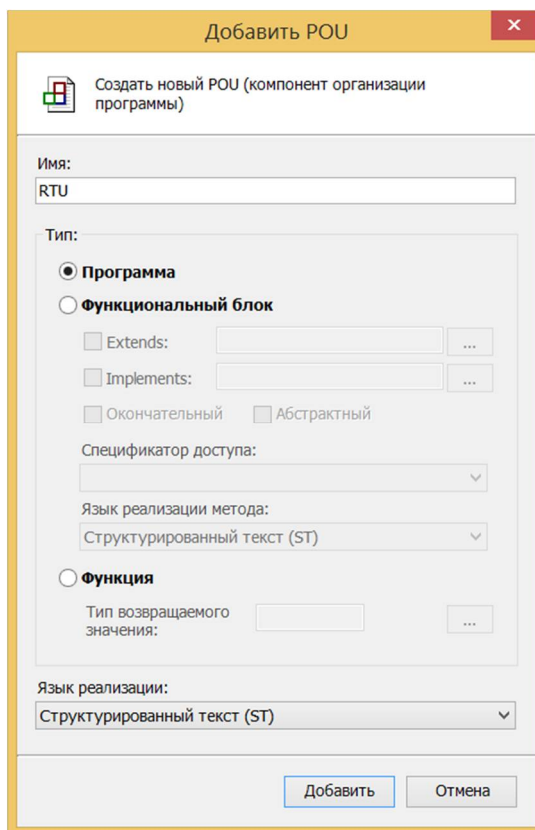


Рисунок 87 – Окно настроек добавления нового POU

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

69

Формат А4

Далее нужно добавить вызов созданной программы RTU в задаче ModbusMaster. Для этого в конфигурации задачи ModbusMaster жмем кнопку «Добавить вызов POU» (рисунок 88).

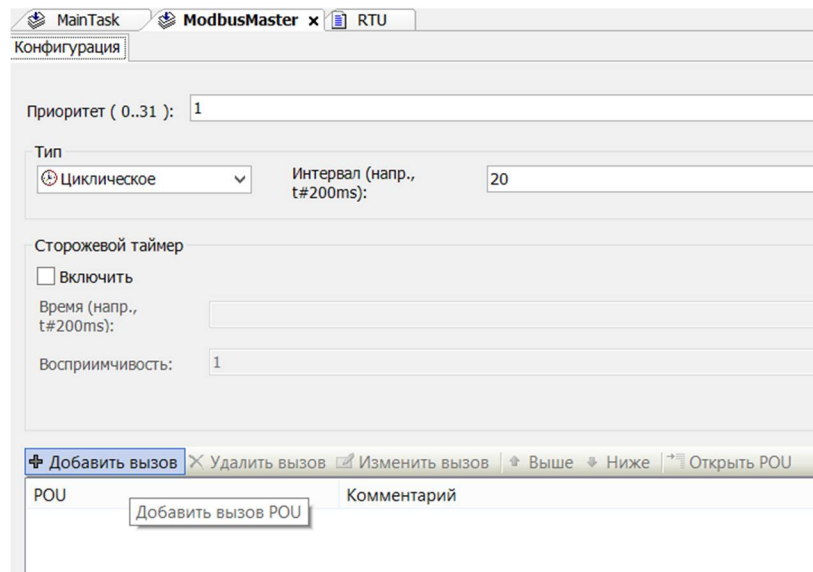


Рисунок 88 – Добавление вызова POU

В открывшемся окне ассистента ввода найти и выделить программу RTU, а затем нажать кнопку «ОК» (рисунок 89)

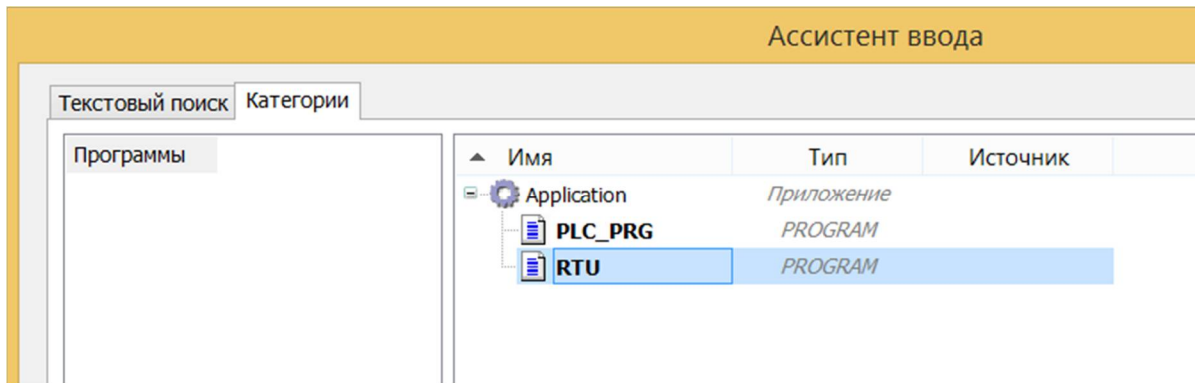


Рисунок 89 – Добавление программы в задачу с помощью ассистента ввода

Все необходимая подготовка программы выполнена, после чего необходимо написать саму программу опроса подчиненных устройств.

Задача: написать код для опроса первых 100 регистров хранения подчиненного устройства с адресом 10. Параметры соединения: Номер последовательного порта – COM1; Скорость последовательного порта – 9600 Бод; Чётность – нет; Количество битов данных – 8; Количество стоп-битов – 1; Таймаут опроса – 1 с.

Пример кода для выполнения вышеуказанной задачи:

```
VAR_GLOBAL
    buffer : ARRAY [0..99] OF WORD;
END_VAR
```

```
PROGRAM RTU
```

Согласовано					
Взаим. инв.					
Взаим. инв.					
Подп. и дата					
Инд. № подл.					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							70

```

VAR
    created: BOOL := FALSE;
    ctx: CmpModbusKAPP82.ModbusContext;
    result: CmpModbusKAPP82.ModbusError;
    errors, success: UDINT;
END_VAR

```

```

IF NOT created THEN
    // Создаём экземпляр драйвера Modbus RTU (выставляем ему
    // параметры соответствующие slave устройству)
    CmpModbusKAPP82.ModbusNewRtu(1, 9600,
        CmpModbusKAPP82.ModbusParity.NONE,
        CmpModbusKAPP82.ModbusDataBits.BITS_8,
        CmpModbusKAPP82.ModbusStopBits.ONE,
        context => ctx
    );
    // Устанавливаем Slave ID 10
    CmpModbusKAPP82.ModbusSetSlave(ctx, 10);
    // Устанавливаем таймаут в 1 секунду
    CmpModbusKAPP82.ModbusSetResponseTimeout(ctx, 1, 0);
    created:= TRUE;
END_IF

IF created THEN
    // Очищаем входной буфер
    CmpModbusKAPP82.ModbusFlush(ctx);
    // Читаем первые 100 регистров
    result := CmpModbusKAPP82.ReadHoldingRegisters(ctx, 0, 100,
ADR(Global.buffer));
    IF result <> CmpModbusKAPP82.ModbusError.ERROR_OK THEN
        errors := errors + 1;
    ELSE
        success := success + 1;
    END_IF
END_IF

```

В рассмотренном примере, при запуске контроллера переменная `created = FALSE` по этому, в первом цикле выполнится настройка порта COM1 и определится его контекст. После чего переменная `created` станет TRUE, и данная процедура выполняться больше не будет до перезапуска контроллера, а начнет выполняться процедура опроса ведомого устройства. В рассмотренном примере Буфер объявляется в глобальном списке переменных, для возможности работы с ним из всех программ проекта. В функции `CmpModbusKAPP82.ReadHoldingRegisters` для записи в буфер `Global.buffer` используется не сама переменная, а указатель к ней `ADR(Global.buffer)`. При этом происходит заполнение элементов `Global.buffer` (с нулевого элемента) считанными регистрами, в количестве указанном в функции `ReadHoldingRegisters` (в данном случае 100 элементов). Функция `ModbusFlush` является не обязательной, однако очищение входного буфера перед приемом нового сообщения, обезопасит его от влияния предыдущего мусора на конечный результат. Иными словами уменьшит количество ошибок при обмене.

**Важно!!!** При включении контроллера процедура настройки порта для каждого подключения должна выполняться один раз, иначе множество созданных контекстов могут переполнить память устройства, контроллер не сможет работать корректно.

Согласовано					
	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.		

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

71



**Важно!!! Размеры массивов (буферов) для регистров должны быть не меньше, чем количество запрашиваемых или записываемых регистров. В противном случае, возможны ошибки работы с памятью. Контроллер при этом не будет работать корректно.**

Полный список функций для настройки порта можно посмотреть в Приложении Г.

Полный список функций для чтения и записи можно посмотреть в Приложении Д.

Так же все функции, описание и документацию можно найти в Менеджере библиотек, настройка портов в папке Modbus, функции чтения и записи в папке Master (рисунок 90).

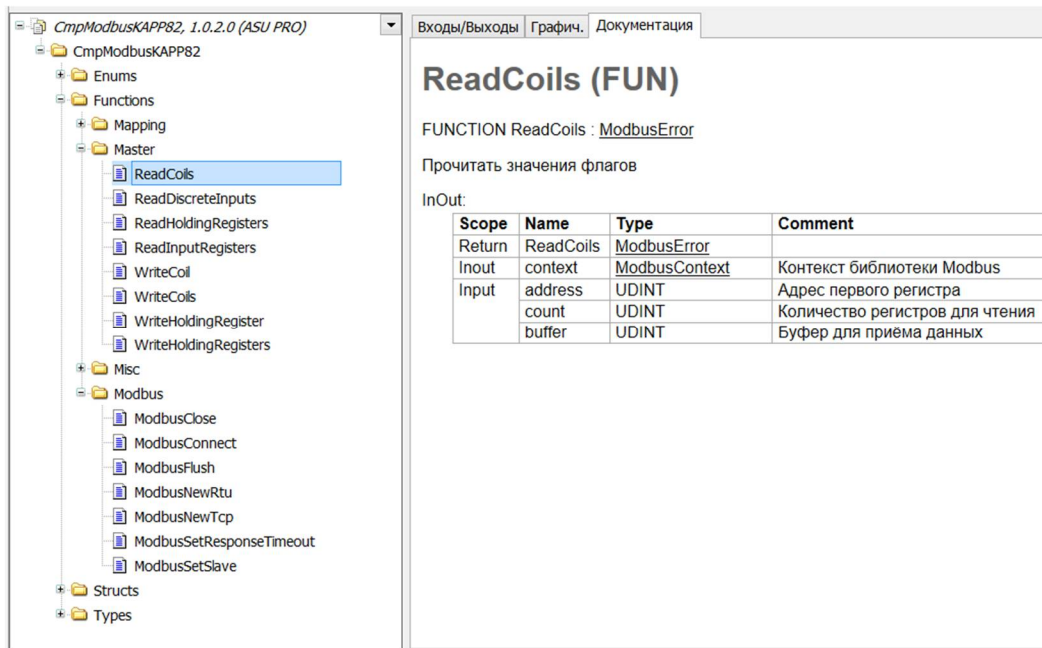


Рисунок 90 – Документация функций для чтения/записи и настройки портов

### 3.2.4 Работа в качестве ведущего устройства по интерфейсу Ethernet (Modbus TCP Master)

Для работы в качестве ведущего по интерфейсу Ethernet необходимо так же, как и в случае интерфейса RS-485 написать похожий код. Алгоритм тоже должен исполняться в отдельной задаче. Если у вас уже есть отдельная задача ModbusMaster, создадим новую программу TCP и добавим ее в эту задачу. Создание отдельной задачи, новой программы и добавление программы в задачу описано в пункте 2.4.5.

Задача: написать код для опроса первых 100 регистров хранения подчиненного устройства с IP – адресом 192.168.20.130. Параметры соединения: Номер порта TCP – 502; Таймаут опроса – 1 с.

Пример кода для выполнения вышеуказанной задачи:

```
VAR_GLOBAL
    Buffer2 : ARRAY [0..99] OF WORD;
END_VAR
```

```
PROGRAM RTU
```

Согласовано/Согласов

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

72

ФорматА4

```

VAR
    created, started: BOOL := FALSE;
    ctx: CmpModbusKAPP82.ModbusContext;
    result: CmpModbusKAPP82.ModbusError;
    errors, success: UDINT;
END_VAR

```

```

IF NOT created THEN
    created := TRUE;
    // Создаем экземпляр драйвера Modbus TCP
    CmpModbusKAPP82.ModbusNewTcp('192.168.20.130', 502, context =>
    ctx);
    // Устанавливаем таймаут в 1 секунду
    CmpModbusKAPP82.ModbusSetResponseTimeout(ctx, 1, 0);
END_IF

IF NOT started THEN
    // Подключаемся к серверу
    result := CmpModbusKAPP82.ModbusConnect(ctx);
    IF result <> CmpModbusKAPP82.ModbusError.ERROR_OK THEN
        started := FALSE;
    ELSE
        started := TRUE;
    END_IF
END_IF

IF started THEN
    // Читаем первые 100 регистров
    result := CmpModbusKAPP82.ReadHoldingRegisters(ctx, 0, 100,
    ADR(Global.buffer2));
    IF result <> CmpModbusKAPP82.ModbusError.ERROR_OK THEN
        // В случае ошибки, отключаемся и подключаемся заново
        errors := errors + 1;
        started := FALSE;
        CmpModbusKAPP82.ModbusClose(ctx);
    ELSE
        success := success + 1;
    END_IF
END_IF

```

В рассмотренном примере, при запуске контроллера переменная `created = FALSE` по этому, в первом цикле выполнится настройка Ethernet порта и определится его контекст. После чего переменная `created` станет `TRUE`, и данная процедура выполняться больше не будет до перезапуска контроллера. После чего устанавливается соединение с подчиненным устройством. Когда соединение установлено, происходит чтение первых 100 регистров с записью их в `buffer2`. В случае возникновения ошибки при чтении, соединение закрывается. Далее опять устанавливается и чтение регистров вновь возобновляется.

**Важно!!!** Так же как и при работе по RS-485, RS-232 контекст должен быть определен 1 раз для каждого подключения, а размер буфера должен быть не меньше количества запрашиваемых регистров.

Полный список функций для настройки порта можно посмотреть в Приложении Г.

Согласовано					
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись
	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.	№Взаим. инв.	

Полный список функций для чтения и записи можно посмотреть в Приложении Д.  
 Так же все функции, описание и документацию можно найти в Менеджере библиотек, настройка портов в папке Modbus, функции чтения и записи в папке Master.

Согласовано			

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
	74

### 3.2.5 Преобразование чисел с плавающей точкой для передачи по Modbus

Стандарт Modbus предусматривает только два типа данных, участвующих в обмене – BOOL и WORD (с CODESYS V3.5 полный аналог UINT). Достаточно часто возникает потребность передать данные типа REAL (чисел с плавающей точкой). В этом случае на устройстве, которое отправляет данные, необходимо преобразовать их в последовательность WORD регистров. Соответственно, на устройстве, получающем данные, должно быть выполнено обратное преобразование.

Передача REAL по протоколу Modbus не стандартизирована – значение с плавающей точкой передаются в виде двух регистров (переменных типа WORD), но порядок этих WORD переменных (или даже их байт) может отличаться. В данном случае следует привести их к нужному для конкретного устройства виду.

Для решения подобных задач в CODESYS есть два базовых способа для подобных преобразований: объединения и указатели. Но удобнее всего воспользоваться функциями библиотеки CmpModbusKAPP82.

Для преобразования числа с плавающей точкой в два регистра без перестановки в библиотеке CmpModbusKAPP82, используется функция SetFloatABCD. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    VarReal: REAL;
    VarArray: ARRAY [0..1] OF UINT;
END_VAR
```

```
CmpModbusKAPP82.SetFloatABCD (VarReal, VarArray);
CmpModbusKAPP82.SetHoldingRegisters (Global.mapping, 0, 2,
VarArray);
```

Рассмотрим пример, когда необходимо обратное преобразование – два регистра без перестановки в число с плавающей точкой. Для этого можно использовать функцию GetFloatABCD. Пример:

```
VAR
    VarReal: REAL;
    VarArray: ARRAY [0..1] OF UINT;
END_VAR
```

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    CmpModbusKAPP82.GetHoldingRegisters (Global.mapping, 0, 2,
VarArray);
    VarReal2:= CmpModbusKAPP82.GetFloatABCD (VarArray);
END_VAR
```

Полный список функций преобразования чисел с плавающей точкой в регистры Modbus можно посмотреть в Приложении Е.

Так же все функции, описание и документацию можно найти в Менеджере библиотек, в папке Misc (рисунок 91).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

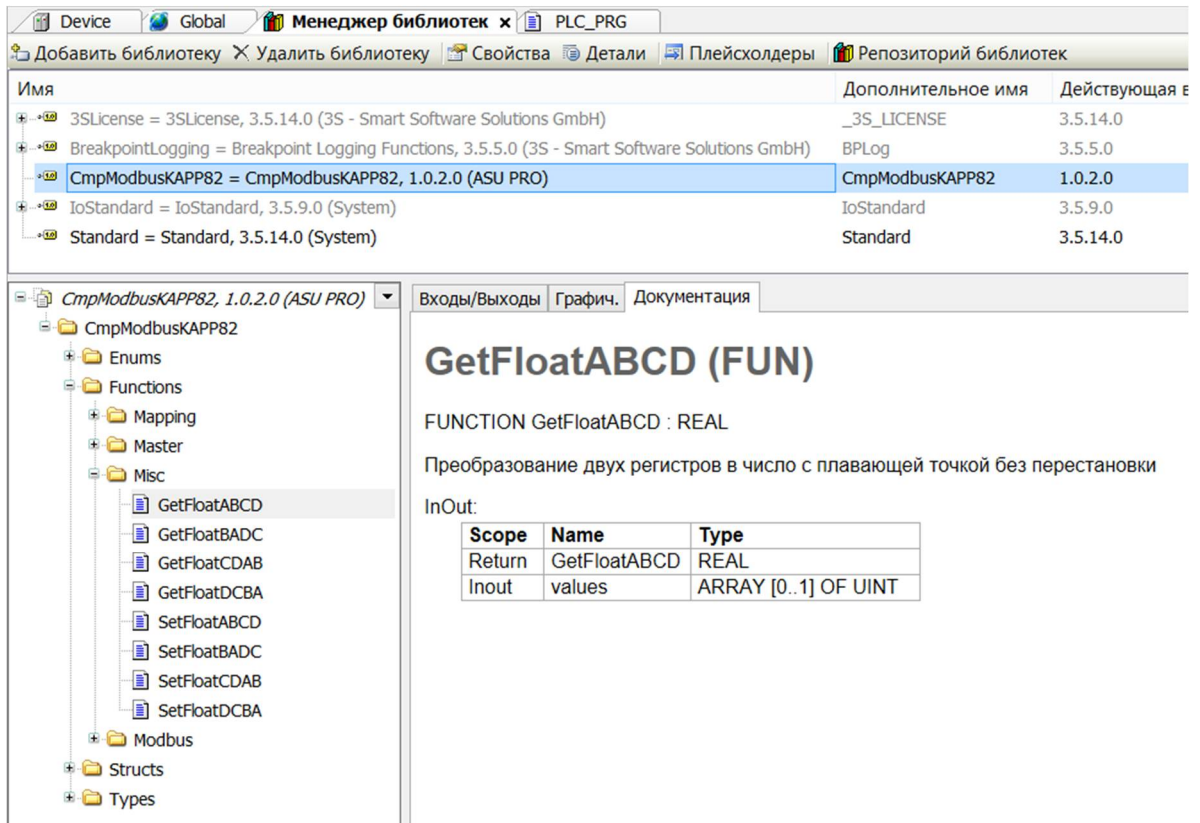


Рисунок 91 – Документация функций преобразования чисел с плавающей точкой

Для преобразования данных так же можно использовать объединения (UNION). Объединение представляет собой пользовательский тип данных, все переменные которого расположены в одной области памяти. Таким образом, переменные различных типов будут представлять различную интерпретацию одних и тех же данных. Для конвертации достаточно записать значение в одну из переменных объединения и считать его из другой.

Для конвертации значения с плавающей точкой из двух переменных типа WORD в переменную типа REAL способом объединения необходимо нажать правую кнопку мыши по значку «Приложение» («Application») и добавить объект DUT (рисунок 92).

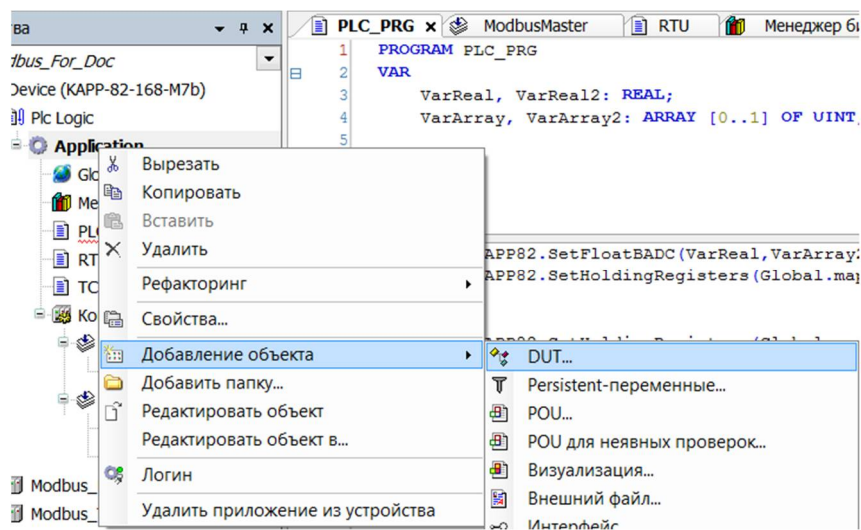


Рисунок 92 – Добавление объекта DUT

Согласовано

Инав. № подл. Подп. и дата. Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							76

Далее задаем имя (например Real\_Word), указываем тип объекта – «Объединение» и нажимаем кнопку «Добавить» (рисунок 93).

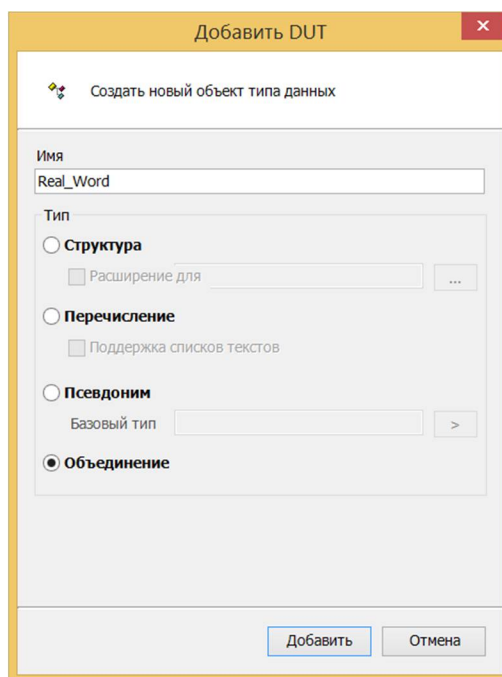


Рисунок 93 – Создание объекта типа данных Объединение

В описании объекта объявляем переменные и типы данных, которые требуется объединить. Пример:

```

TYPE Real_Word :
UNION
    RealValue: REAL;           // число с плавающей точкой
    ModbusReal: ARRAY[0..1] OF UINT; //массив слов для Modbus
END_UNION
END_TYPE
    
```

Далее присваиваем элементам массива ModbusReal соответствующим регистры Modbus и получаем число с плавающей точкой в переменной RealValue. Пример:

```

VAR
    VarReal: REAL;
    Real_2Word: Real_Word;
END_VAR
    
```

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
    CmpModbusKAPP82.GetHoldingRegisters(Global.mapping, 0, 2,
    Real_2Word.ModbusReal);
    VarReal:= Real_2Word.RealValue;
END_VAR
    
```

Для конвертации значения с плавающей точкой в два регистра Modbus способом объединения необходимо записать его в переменную RealValue, а затем массив ModbusReal записать в регистры Modbus. Пример:

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

```

VAR
  VarReal: REAL;
  Real_2Word: Real_Word;
END_VAR

```

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
  Real_2Word.RealValue:=VarReal ;
  CmpModbusKAPP82.SetHoldingRegisters(Global.mapping, 0, 2,
  Real_2Word.ModbusReal);
END_VAR

```

**Важно!!!** Такой подход соответствует функциям библиотеки CmpModbusKAPP82 с порядком байт BADC. Первым старший байт соответствует дефолтному порядку байт Modbus. В данном случае младшее слово первым. Такой подход может быть более удобным, чем использование функций CmpModbusKAPP82, если нужен именно такой порядок байт и слов. Порядок хранения в памяти слов, байтов и битов обусловлен особенностью архитектуры контроллеров.

**Совет!!!** В случае необходимости изменения порядка байтов можно создать два объединения – в первом будет происходить конвертация полученных по Modbus значений WORD в массив байтов, а во втором – конвертация нового массива байтов (переставленных в нужном порядке) в переменную типа REAL. Пример конвертации 2 WORD в REAL с перестановкой байт (аналог функции GetFloatABCD):

```

TYPE Word_Byte :
UNION
  ModbusReal: ARRAY[0..1] OF UINT; //массив слов для Modbus
  Bytes: ARRAY [0..3] OF BYTE; // массив байтов
END_UNION
END_TYPE

```

```

TYPE Byte_Real :
UNION
  Bytes: ARRAY [0..3] OF BYTE; // массив байтов
  RealValue: REAL; // число с плавающей точкой
END_UNION
END_TYPE

```

```

VAR
  Word_to_Bytes: Word_Byte;
  Bytes_to_Real: Byte_Real;
  VarReal: REAL;
END_VAR

```

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
  CmpModbusKAPP82.GetHoldingRegisters(Global.mapping, 0, 2,
  Word_to_Bytes.ModbusReal);
  Bytes_to_Real.Bytes[0]:= Word_to_Bytes.Bytes[1];
  Bytes_to_Real.Bytes[1]:= Word_to_Bytes.Bytes[0];
  Bytes_to_Real.Bytes[2]:= Word_to_Bytes.Bytes[3];
  Bytes_to_Real.Bytes[3]:= Word_to_Bytes.Bytes[2];
  VarReal:= Bytes_to_Real.RealValue;

```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

78

**END\_VAR**

Такой подход может использоваться при необходимости поменять порядок бит в байтах. Тогда нужно будет вместо массивов байтов использовать массивы битов.

Еще один подход к данной задаче использование указателей.

Указатели содержат адреса переменных. Обращаясь к переменной по указателю, пользователь работает непосредственно с областью памяти, в которой хранится эта переменная, что позволяет производить любую обработку находящихся в ней данных.

**Важно!!! Использование указателей подразумевает соответствующую квалификацию программиста. Некорректное использование указателей может привести к «зависанию» программы и контроллера.**

Пример получения числа с плавающей точкой из двух регистров мадбас:

```
VAR  
  VarReal: REAL :=2.54;  
  VarArray: ARRAY [0..1] OF UINT;  
  PrReal: POINTER TO REAL;  
END_VAR
```

```
PROGRAM PLC_PRG  
VAR  
  CmpModbusKAPP82.GetHoldingRegisters(Global.mapping, 0, 2,  
  VarArray);  
  PrReal:= ADR(VarArray);  
  VarReal:=PrReal^;  
END_VAR
```

Такой подход тоже соответствует функциям библиотеки CmpModbusKAPP82 с порядком байт BADC.

**Совет!!! Для перестановки байтов или битов такой подход будет хоть и осуществимым, но очень трудоемким. Рекомендуется использовать для этого первые два способа (функции библиотеки CmpModbusKAPP82 или Объединения).**

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



### 3.3 Работа с драйверами МЭК 60870-5

#### 3.3.1 Настройка проекта

Контроллер содержит драйвер контролируемой станции, работающей по протоколу, определяемому стандартом ГОСТ Р МЭК 60870-5-104. Формуляр согласования реализации протокола расположен в приложении 3.

Для понимания работы протокола пользователь должен быть знаком со стандартом ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

Для включения работы драйвера необходимо добавить устройство «Iec 60870-104 Slave» в проект (рисунок 94).

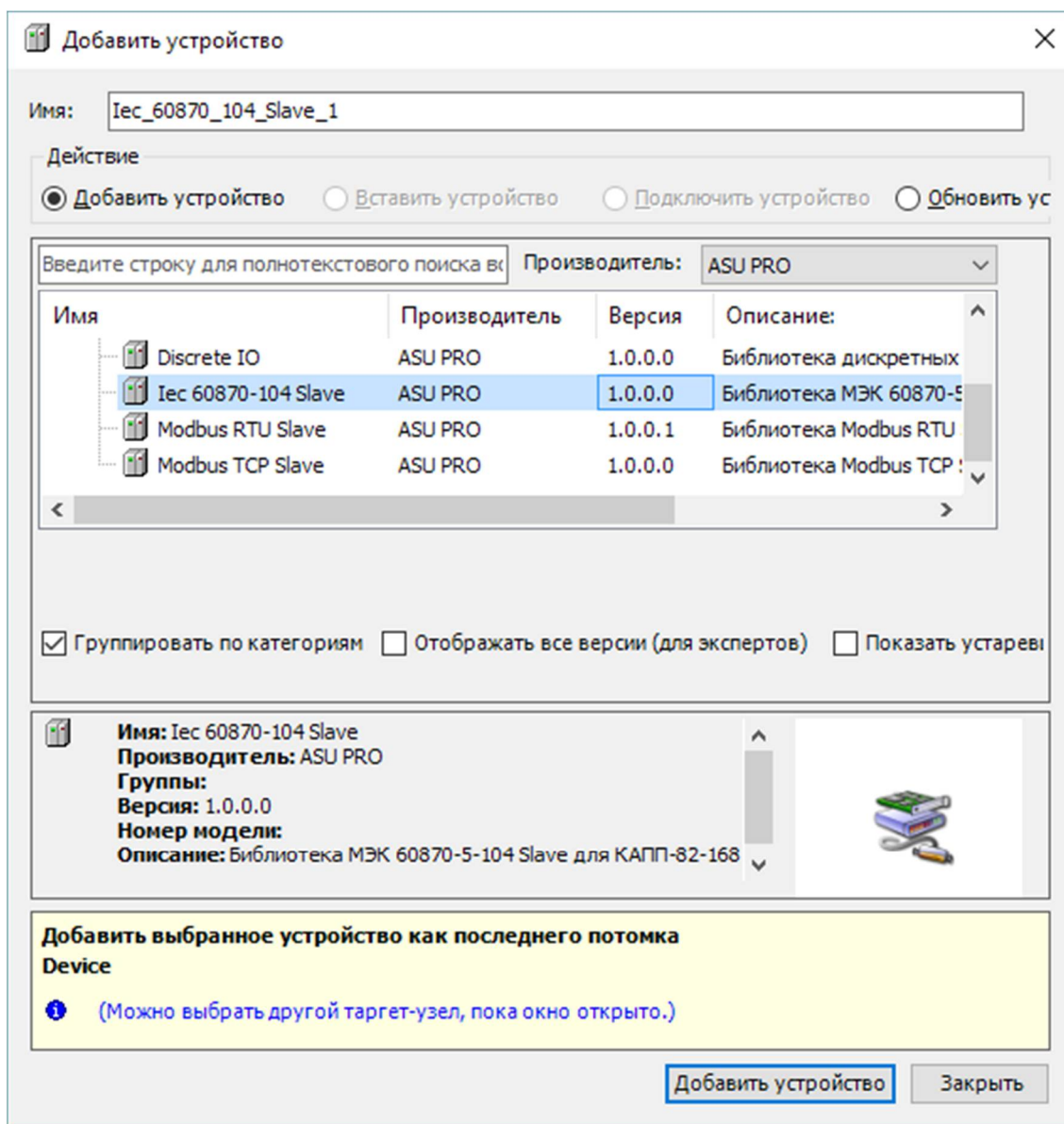


Рисунок 94 – Добавление устройства Iec 60870-104 в проект

После добавления устройства в проект, можно установить необходимые настройки протокола (рисунок 95).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Internal Конфигурация	Параметр	Тип	Значение	Знач...	Описание
Internal Соотнесение входов/выходов	Port	DINT	2404	2404	Порт
Состояние	QueueSize	DINT	10	10	Размер очереди
Информация	HighPriorityQueueSize	DINT	10	10	Размер очереди высокого приоритета
	OriginatorAddress	DINT	0	0	Адрес отправителя
	k	DINT	12	12	Максимальная разность между переменной состо
	w	DINT	8	8	Последнее подтверждение после приема w APDU
	t0	DINT	10	10	Таймаут установки соединения
	t1	DINT	15	15	Таймаут отправки или тестирования APDU
	t2	DINT	10	10	Таймаут подтверждения
	t3	DINT	20	20	Таймаут отправки блоков тестирования

Рисунок 95 – Настройка протокола

Далее, необходимо добавить в проект библиотеку CmpIec60870104KAPP82. Это можно сделать с помощью менеджера библиотек (рисунок 96).

Имя	Дополни...	Действу...
3SLicense = 3SLicense, 3.5.10.0 (3S - Smart Software Solutions GmbH)	_3S_LICE...	3.5.10.0
BreakpointLogging = Breakpoint Logging Functions, 3.5.5.0 (3S - Smart S...	BPLog	3.5.5.0
CAA Callback Extern, 3.5.11.0 (CAA Technical Workgroup)	CB	3.5.11.0
CmpApp, 3.5.11.0 (System)	CmpApp	3.5.11.0
CmpEventMgr, 3.5.8.0 (System)	CmpEvent...	3.5.8.0
<b>CmpIec60870104KAPP82 = CmpIec60870104KAPP82, 1.0.0.0 (ASU PRO)</b>	<b>CmpIec60...</b>	<b>1.0.0.0</b>
CmpSchedule, 3.5.9.0 (System)	CmpSchedule	3.5.9.0

Рисунок 96 – Добавление библиотеки CmpIec60870104KAPP82

На этом настройка проекта для работы с драйвером протокола МЭК 60870-5-104 закончена. После запуска приложения, драйвер будет принимать подключения к указанному в настройках порту (по умолчанию 2404).

Библиотека CmpIec60870104KAPP82 содержит следующие типы данных:

- Iec60870MeasuredValueShort – значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой (M\_ME\_NC\_1);
- Iec60870MeasuredValueShortWithCP56Time2a – значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2a (M\_ME\_TF\_1);
- Iec60870SinglePointInformation – одноэлементная информация (M\_SP\_NA\_1);
- Iec60870SinglePointWithCP56Time2a – Одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2a (M\_SP\_TB\_1);

Для того, чтобы контролируемая станция могла обрабатывать команды, необходимо реализовать функции-обработчики: для обработки принятого ASDU и обработки команды опроса.

Команда синхронизации времени обрабатывается без участия пользовательского кода.

Количество одновременных подключений контролируемых станций – 1.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

81

ФорматА4

### 3.3.2 Спорадическая передача информации

Контролируемая станция может отправлять данные по своей инициативе, например, при изменении значений переменных.

Для этого объявим объект информации типа M\_ME\_NC\_1 (Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой) и зададим ему адрес.

```
io1: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870MeasuredValueShort := (  
ObjectAddress := 123  
);
```

Также необходимо объявить блок данных (ASDU), который будет содержать объект информации.

```
asdu: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870ASDU;
```

В коде программы создаём блок данных:

```
asdu := CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduCreate (  
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870Type.M_ME_NC_1,  
FALSE,  
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870CauseOfTransmission.Periodic,  
0, 1, FALSE, FALSE);
```

Помещаем объект информации в блок данных:

```
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduAddInformationObject (  
asdu, ADR(io1));
```

Помещаем блок данных в очередь на отправку:

```
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveEnqueueAsdu (asdu);
```

После помещения в очередь, блок данных уничтожается, и память, занимаемая им, освобождается. Поэтому, не следует создавать блоки данных, не отправляя их в очередь отправки, иначе может произойти переполнение памяти.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

82

Формат А4

### 3.3.3 Обработка ASDU

Для обработки ASDU, принятых от контролирующей станции (команды, уставки), необходимо реализовать функцию обратного вызова. Для этого выберите пункт меню «Добавление объекта» – «POU...» (рисунок 97).

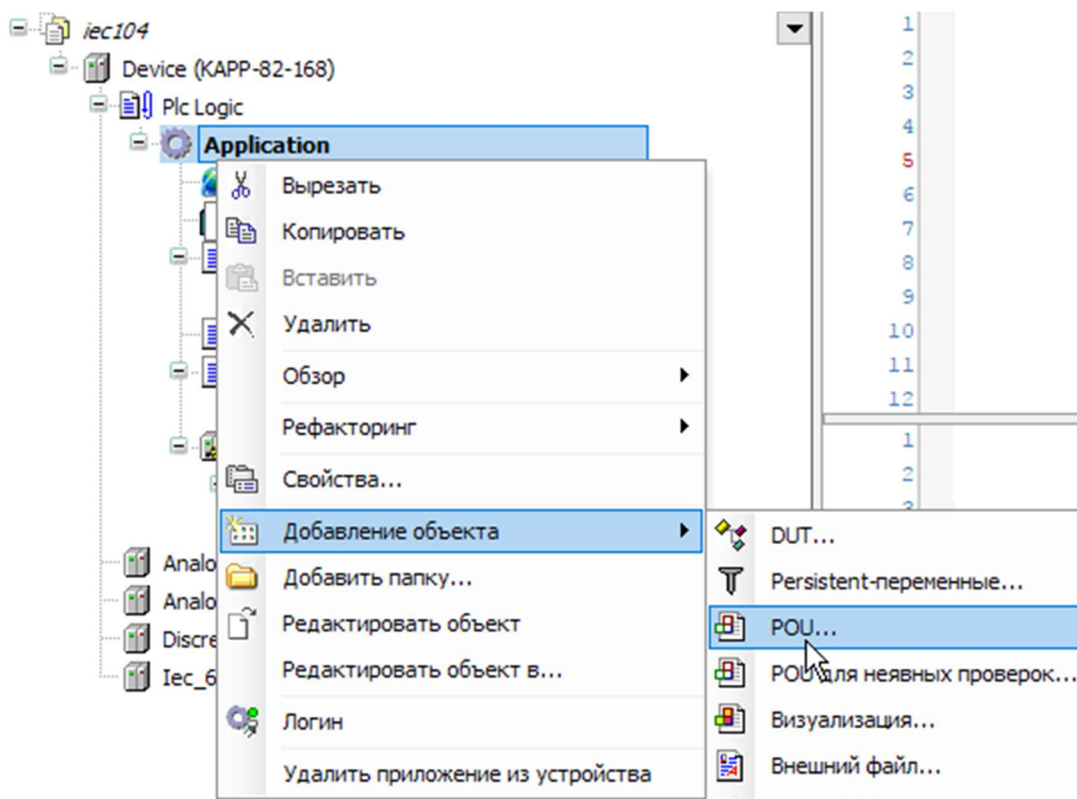


Рисунок 97 – Добавление функции обратного вызова

В окне «Добавить POU» (рисунок 98) введите имя создаваемого компонента, например, «AsduReceivedCallback» и выберите тип «Функциональный блок» и язык «ST».

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

83

Формат А4

Рисунок 98 – Создание функционального блока

Поставьте галочку «Extends:» и введите в поле напротив неё значение «CmpIec60870104KAPP82.Iec6087010AsduReceivedCallbackFB» или выберите его в «ассистенте ввода», нажав на кнопку «...» (рисунок 99).

Имя	Тип	Источник
Application	Приложение	
CmpIec60870104KAPP82	Библиотека	CmpIec60870104K
CmpIec60870104KAPP82		
Function Blocks		
Iec60870104SlaveInterrogationCallbackFB	FUNCTION_BLOCK	CmpIec60870104K
Iec6087010AsduReceivedCallbackFB	FUNCTION_BLOCK	CmpIec60870104K
Standard	Библиотека	Standard, 3.5.9.0

Рисунок 99 – Выбор шаблона функционального блока

При возникновении события приёма блока данных, будет вызываться функция EventCallback созданного функционального блока.

Далее, необходимо добавить создать экземпляр созданного функционального блока в список переменных (глобальный список или список программы):

```
asduReceivedCallback: AsduReceivedCallback;
```

Перейдём в метод EventCallback блока AsduReceivedCallback. Для примера, реализуем обработку команды уставки (короткое число с плавающей запятой, C\_SE\_NC\_1).

Для этого добавим внутренние переменные для содержимого команды, объекта информации и причины передачи:

```
METHOD EventCallback : CmpEventMgr.RTS_IEC_RESULT
VAR_INPUT
  pEventParam: POINTER TO CmpEventMgr.EventParam;
END_VAR
VAR
  pEvtParam: POINTER TO
  CmpIec60870104KAPP82.EVTPARAM_IEC60870104AsduReceived;
  newAsdu: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870ASDU;

  cot: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870CauseOfTransmission;
  io: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870InformationObject;

  setpointCommandShort:
  CmpIec60870104KAPP82.Iec60870SetpointCommandShort;
END_VAR
```

В тела метода необходимо сначала извлечь параметры события. Для этого, нужно привести переменную параметра к типу EVTPARAM\_IEC60870104AsduReceived:

```
pEvtParam := pEventParam^.pParameter;
```

Для обработки команды, сначала нужно определить тип ASDU (функция Iec60870AsduGetType). Далее, определить причину передачи (функция Iec60870AsduGetCOT). Если тип ASDU и причина передачи совпадают с теми, которые нам необходимо обработать, извлекаем объект информации из ASDU с помощью функции Iec60870AsduGetElement, после чего преобразуем его в желаемый тип (функция Iec60870GetSetpointCommandShort). Значение уставки находится в поле Value объекта информации.

После обработки команды, необходимо отправить результат, установив причину передачи ActivationCon и отправив ASDU.

В конце, переменной result параметров функции присваивается значение TRUE при условии успешной обработки команды.

Код программы будет выглядеть следующим образом:

```
// Эта функция вызывается при приёме ASDU
// При успешной обработке ASDU необходимо отправить
// подтверждение и установить результат в TRUE
// Иначе результат устанавливается в FALSE
IF pEventParam^.EventId =
CmpIec60870104KAPP82.EventIds.EVT_IEC60870104ASDUReceived THEN
  pEvtParam := pEventParam^.pParameter;
```

Согласовано					
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв. №		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

```

// Определяемтип ASDU
asduType :=
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduGetType (pEvtParam^.asdu);

CASE asduType OF
  CmpIec60870104KAPP82.Iec60870Type.C_SE_NC_1:
    cot := CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduGetCOT (pEvtParam^.asdu);

IF cot =
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870CauseOfTransmission.Activation THEN
  io :=
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduGetElement (pEvtParam^.asdu, 0);

  setpointCommandShort :=
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870GetSetpointCommandShort (io);

IF setpointCommandShort.ObjectAddress =
Global.shortValue1.ObjectAddress THEN
  // Копируем значение уставки в объект информации
Global.shortValue1.Value := setpointCommandShort.Value;

  CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduSetCOT (pEvtParam^.asdu,
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870CauseOfTransmission
.ActivationCon);
  CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveSendASDU (
pEvtParam^.connection,
pEvtParam^.asdu);

  pEvtParam^.result := TRUE;
END_IF
END_IF
END_CASE;
END_IF

```

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							86

### 3.3.4 Обработка команды опроса

Для обработки команды опроса необходимо реализовать функцию обратного вызова. Для этого выберите пункт меню «Добавление объекта» – «POU...».

В окне «Добавить POU» (рисунок 100) введите имя создаваемого компонента, например, «InterrogationCallback» и выберите тип «Функциональный блок» и язык «ST».

Рисунок 100 – Создание функционального блока

Поставьте галочку «Extends:» и введите в поле напротив неё значение «CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveInterrogationCallbackFB» или выберите его в «ассистенте ввода», нажав на кнопку «...» (рисунок 101).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Имя	Тип	Источ
Application	Приложение	
CmpIec60870104KAPP82	Библиотека	CmpIec60870.
CmpIec60870104KAPP82		
Function Blocks		
Iec60870104SlaveInterrogationCallbackFB	FUNCTION_BLOCK	CmpIec60870.
Iec6087010AsduReceivedCallbackFB	FUNCTION_BLOCK	CmpIec60870.
Standard	Библиотека	Standard, 3.5

Рисунок 101 – Выбор шаблона функционального блока

При возникновении события опроса станции, будет вызываться функция EventCallback созданного функционального блока. Группа опроса помещается в параметры функции.

Далее, необходимо добавить создать экземпляр созданного функционального блока в список переменных (глобальный список или список программы):

```
interrogationCallback: InterrogationCallback;
```

Перейдём в метод EventCallback блока InterrogationCallback. Для примера, реализуем обработку команды общего опроса, отправив все имеющиеся на станции объекты информации.

Для этого добавим внутренние переменные для содержимого команды и нового ASDU:

```
METHOD EventCallback : CmpEventMgr.RTS_IEC_RESULT
VAR_INPUT
  pEventParam: POINTER TO CmpEventMgr.EventParam;
END_VAR
VAR
  pEvtParam: POINTER TO
  CmpIec60870104KAPP82.EVTPARAM_IEC60870104InterrogationRequest;
  newAsdu: CmpIec60870104KAPP82.Iec60870ASDU;
END_VAR
```

В тела метода необходимо сначала извлечь параметры события. Для этого, нужно привести переменную параметра к типу IEC60870104InterrogationRequest:

```
pEvtParam := pEventParam^.pParameter;
```

Для обработки опроса, нужно отправить на контролируемую станцию подтверждение начала опроса, создать новый ASDU, поместить в него объекты информации, отправить ASDU и подтвердить завершение опроса.

Примерный код программы выглядит следующим образом:

```
// Эта функция вызывается при получении команды за опрос станции
// Это может быть как общий опрос, так и опрос оперделённой группы
IF pEventParam^.EventId =
  CmpIec60870104KAPP82.EventIds.EVT_IEC60870104InterrogationRequest
THEN
  pEvtParam := pEventParam^.pParameter;
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

88

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата

Формат А4

```

// pEvtParam^.qoi - группа опроса

// Отправляем подтверждение начала опроса
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveSendActCon(
pEvtParam^.connection, pEvtParam^.asdu, FALSE);

// Создаём новый ASDU
newAsdu :=
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduCreate(
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870Type.M_ME_NC_1, FALSE,
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870CauseOfTransmission
.InterrogatedByStation, 0, 1, FALSE, FALSE);

// Добавляем объекты информации в созданный ASDU
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduAddInformationObject(
newAsdu, ADR(IEC104.io1));
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduAddInformationObject(
newAsdu, ADR(IEC104.io2));
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870AsduAddInformationObject(
newAsdu, ADR(Global.shortValue1));

// Отправляем ASDU
// ASDU автоматически уничтожается после отправки
// поэтому не следует создавать ASDU, не отправляя их
// (это грозит переполнением памяти)
// Можно создавать и отправлять несколько ASDU последовательно,
// если в одном не хватает места для всех объектов информации
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveSendASDU(
pEvtParam^.connection, newAsdu);

// Отправляем завершение опроса
CmpIec60870104KAPP82.Iec60870104SlaveSendActTerm(
pEvtParam^.connection, pEvtParam^.asdu);

// Возвращаем TRUE, если опрос станции успешно обработан
pEvtParam^.result := TRUE;
END_IF

```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
89

### 3.4 Работа с функциями времени контроллера КАПП-82-168 (библиотека SysTime)

Для работы с часами реального времени, необходимо добавить библиотеку SysTime в проект CODESYS. Для этого в менеджере библиотек жмем кнопку «Добавить библиотеку» (рисунок 102).

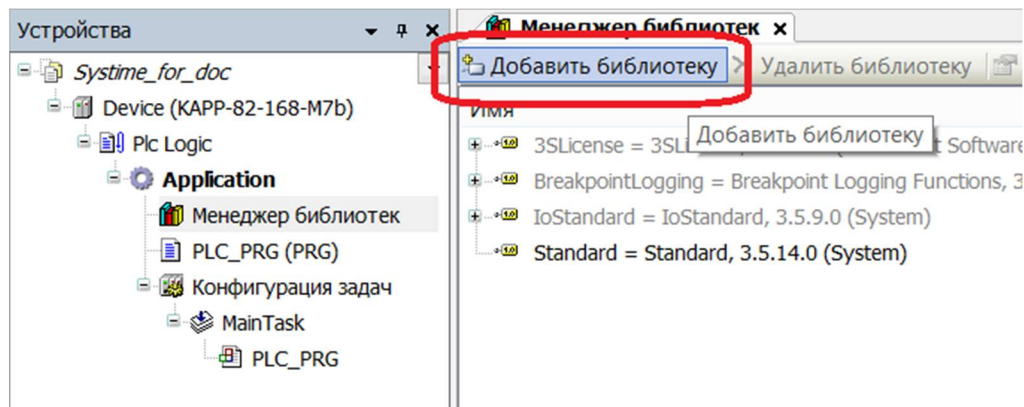


Рисунок 102 – Менеджер библиотек

В открывшемся окне «Библиотека» в нижнем правом углу жмем кнопку «Дополнительно...» и в новом окне, в строке поиска набираем ключевое слово «SysTime», выбираем нужную библиотеку и нажимаем кнопку «ОК»(рисунок 103).

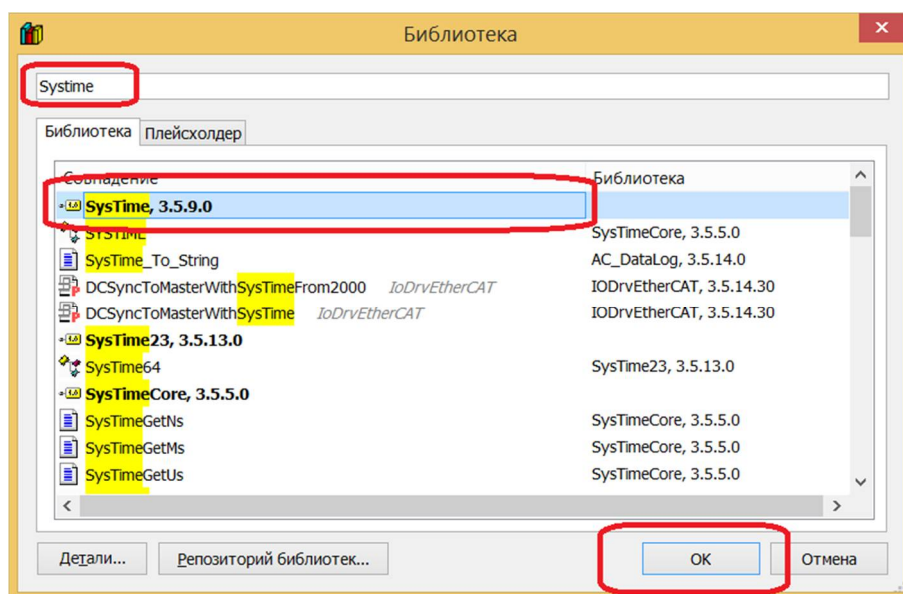


Рисунок 102 – Поиск и добавление библиотеки

Аналогичным способом необходимо добавить библиотеку SysTypes для дополнительных системных типов переменных (например, нам понадобится тип RTS\_IEC\_RESULT – результат выполнения функции), а так же библиотеку CmpErrors, в которой содержатся коды ошибок выполнения функций.

Согласовано					
Взаим. инв.					
№Взаим. инв.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Данная библиотека состоит из двух: SysTimeCore и SysTimeRtc.

### 3.4.1 Функции SysTimeCore

Функции SysTimeCore предназначены для определения относительного времени:

**SysTimeGetMs** – возвращает монотонно возрастающее число, миллисекундные такты, число (UDINT) меняется в диапазоне от 0 до 4294967295. Такты можно использовать для измерения таймаута и относительного времени. **Примечание: часы реального времени не влияют на этот показатель!**

**SysTimeGetNs** – записывает в аргумент функции типа InOut монотонно возрастающее число, наносекундные такты. Можно использовать для измерения времени с очень высоким разрешением. **Примечание: часы реального времени не влияют на этот показатель! Возвращает код ошибки системы времени выполнения (см. SmpErrors.library)**

**SysTimeGetUs** – аналогичная функции описанной выше, только в данном случае 1 такт это 1 микросекунда.

Пример использования данных функций:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    TicMs: UDINT ;
    TicNs: SYSTIME;
    TicUs: SYSTIME;
    ResultNs, ResultUs : RTS_IEC_RESULT;
END_VAR
```

```
TicMs:=SysTimeGetMs();
ResultNs:=SysTimeGetNs(TicNs);
ResultUs:=SysTimeGetUs(TicUs);
```

Обратите внимание, при онлайн просмотре выполнения кода переменная TicNs не изменяется, а результат выполнения (переменная ResultNs) равен 12 (рисунок 103).

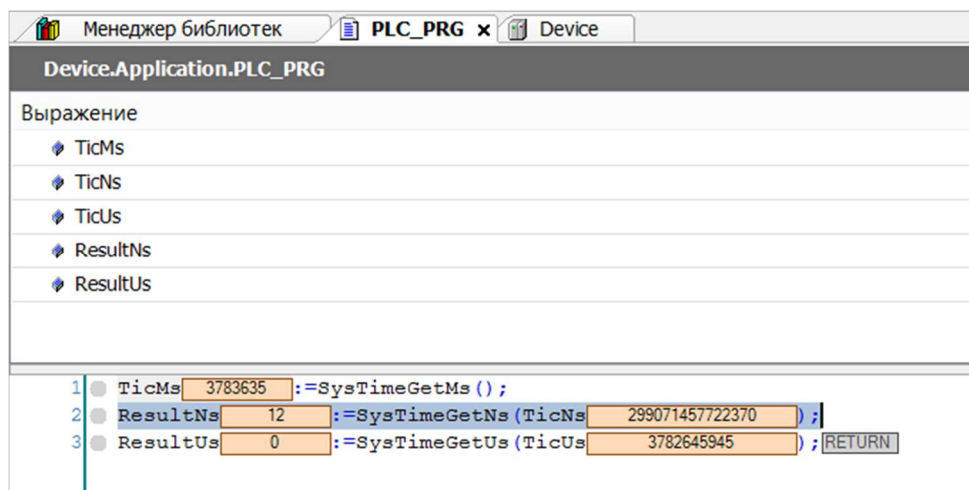


Рисунок 103 – Онлайн просмотр выполнения кода

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

По коду ошибки можно определить причину вызвавшую ее. В этом может помочь библиотека CmpErrors. Для этого необходимо открыть менеджер библиотек. Далее выделим данную библиотеку и найдем пункт «Errors» (рисунок 104).

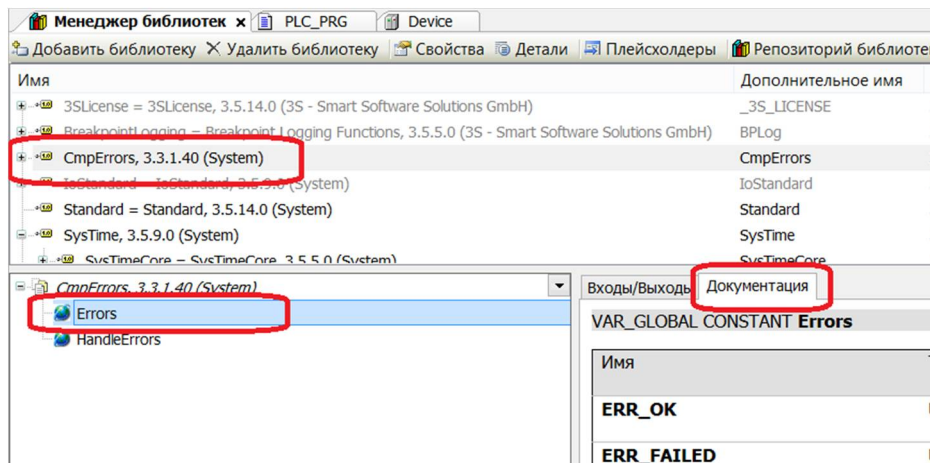


Рисунок 104 – Расположение пункта «Errors» в библиотеке CmpErrors

Далее во вкладке «Документация» найдем ошибку по ее коду. Необходимо учитывать, что коды ошибок в документации указаны в шестнадцатеричной системе счисления (на что указывает символ 16#). Режим отображения по умолчанию в Codesys десятичный. Убедиться в этом можно щелкнув правой кнопкой по полю с исполняемым кодом, пункт «Режим отображения», при необходимости можно переключить режим (рисунок 105).

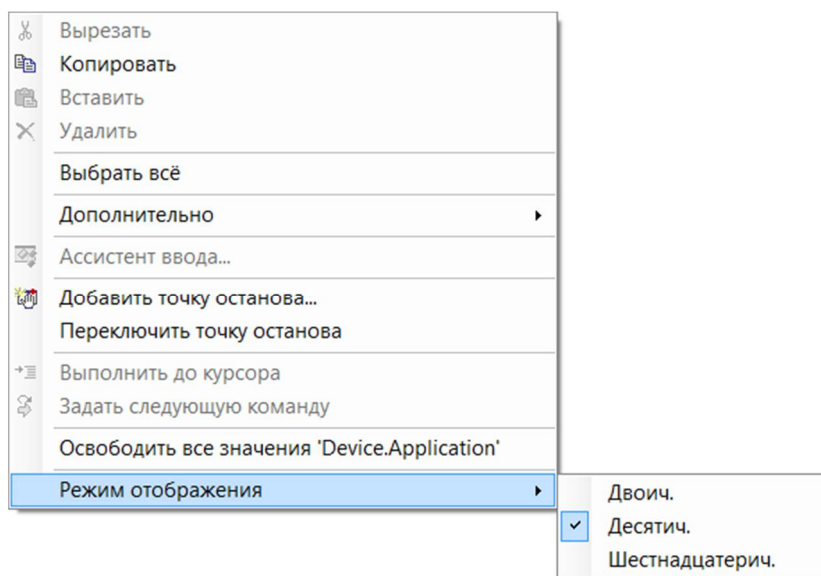


Рисунок 105 – Меню режима отображения переменных

В нашем случае код ошибки (12 равно 16#C) соответствует ошибке **ERR\_NOTIMPLEMENTED**(рисунок 106).

Согласовано					
Инь. № подл.	Взаим. инв.				
	№Взаим. инв.				
Изм.	Подп. и дата				

Входы/Выходы	Документация		
<b>ERR_PARAMETER</b>	UDINT	16#2	Invalid parameter for this operation
<b>ERR_NOTINITIALIZED</b>	UDINT	16#3	Function cannot be executed, since component has not been initialized yet. It may work later, though
<b>ERR_VERSION</b>	UDINT	16#4	Version conflict
<b>ERR_TIMEOUT</b>	UDINT	16#5	Operation timed out
<b>ERR_NOBUFFER</b>	UDINT	16#6	Insufficient memory to carry out the request
<b>ERR_PENDING</b>	UDINT	16#A	For async-calls: call not complete, yet
<b>ERR_NUMPENDING</b>	UDINT	16#B	To many pending calls. Try later
<b>ERR_NOTIMPLEMENTED</b>	UDINT	16#C	The function is not implemented
<b>ERR_INVALIDID</b>	UDINT	16#D	No object with the provided id found
<b>ERR_OVERFLOW</b>	UDINT	16#E	Integer overflow
<b>ERR_BUFFERSIZE</b>	UDINT	16#F	The size of a buffer is to small or invalid
<b>ERR_NO_OBJECT</b>	UDINT	16#10	No object with this specified name available
<b>ERR_NOMEMORY</b>	UDINT	16#11	No heap memory available
<b>ERR_DUPLICATE</b>	UDINT	16#12	An object with the same name is still available
<b>ERR_MEMORY_OVERWRITE</b>	UDINT	16#13	Heap memory was written out of bounds!

Рисунок 106 – Документация по ошибкам библиотеки SmpErrors.

Данная ошибка сообщает о том, что функция не поддерживается аппаратно, что обусловлено архитектурой контроллера.

Данные функции можно использовать, например, для замера времени исполнения участка кода в микросекундах. Для этого в цикле от 1 до 100, будем делить переменную VarReal на величину итерации цикла и результат помещать в эту же переменную (VarReal). Пример:

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
  VarReal: REAL := 10000.123456;
  I: INT;
  CycleWorkTime, CycleStartTick: ULINT;
END_VAR

```

```

// определяем начальное значение счетчика
SysTimeGetUs(CycleStartTick);

// выполняем необходимые операции
FOR i:=1 TO 100 DO
  VarReal:= VarReal / i;
END_FOR

// определяем значение счетчика после выполнения операций
SysTimeGetUs(CycleWorkTime);

//количество микросекунд затраченных на выполнение необходимых
операций
CycleWorkTime:= CycleWorkTime - CycleStartTick;

```

Полученные результаты (рисунок 107) можно сравнить с временем выполнения задачи. Интуитивно понятно, что они примерно будут равны, разница будет лишь в выполнении функций SysTimeGetUs, SysTimeGetUs и определении разницы значений счетчика. Время выполнения задачи можно посмотреть во вкладке «Конфигурация задач» (рисунок 108).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

93

Формат А4

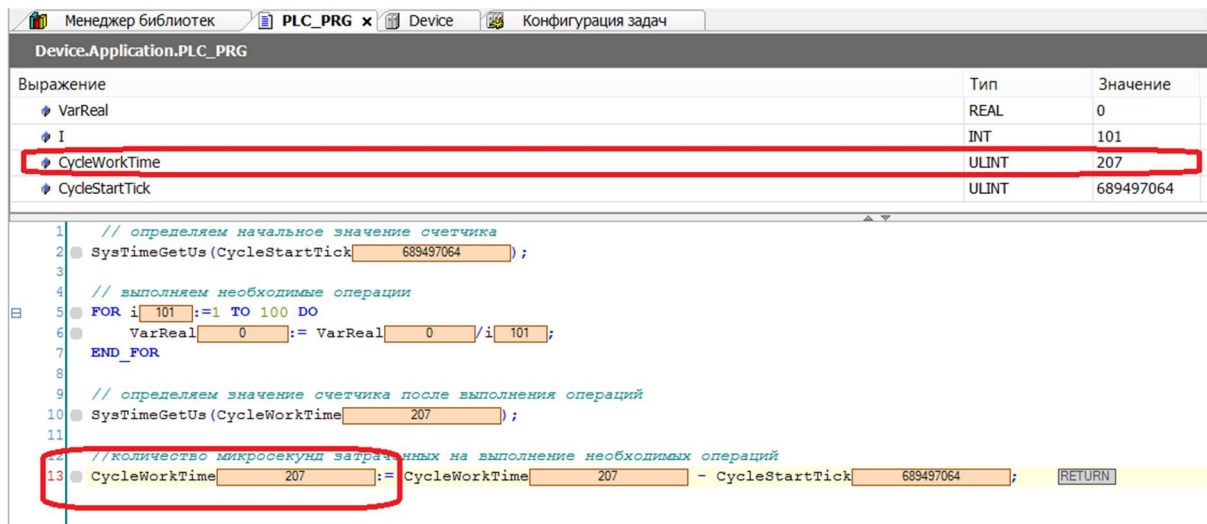


Рисунок 107 – Выполнение кода в режиме онлайн

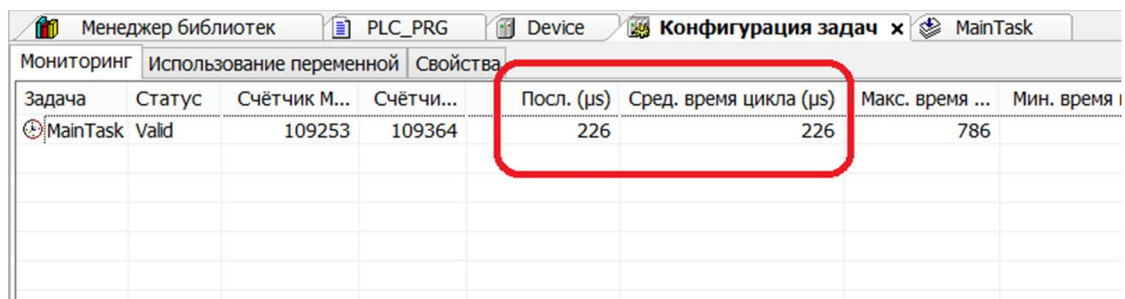


Рисунок 108 – Вкладка конфигурация задач в режиме онлайн

### 3.4.2 Функции SysTimeRtc

Функции SysTimeRtc предназначены для работы с часами реального времени контроллера.

Функции SysTimeRtc папки High Resolution не поддерживаются контроллером. Так же контроллер не поддерживает часовые пояса и связанные с этим функции.

Функции SysTimeRtc папки Standart поддерживаемые контроллером:

**SysTimeRtcGet** – возвращает текущее время в формате UTC. Тип возвращаемого числа DWORD.

**SysTimeRtcSet** – установка системных часов, время передается в формате UTC, типа DWORD.

**SysTimeRtcConvertUtcToDate** – преобразует время в формате UTC (DWORD) в структурированный формат «SYSTIMEDATE».

**SysTimeRtcConvertDateToUtc** – обратное преобразование из структурированного формата в UTC (DWORD).

Для непосредственной работы со временем используется структура «RTS\_SYSTIMEDATE» – псевдоним «SYSTIMEDATE». Далее приведена таблица, описывающая поля данной структуры.

Таблица 18 – Структура RTS\_SYSTIMEDATE:

Имя	Тип	Комментарий
wYear	UINT	Год (например 2006)

wMonth	UINT	Месяц (1..12: Январь = 1, Декабрь = 12)
wDay	UINT	День месяца / число (1..31)
wHour	UINT	Часы (0..23)
wMinute	UINT	Минуты (0..59)
wSecond	UINT	Секунды (0..59)
wMilliseconds	UINT	Миллисекунды (0..999). Опционально! (не поддерживаются)
wDayOfWeek	UINT	День недели (1..7: Воскресенье = 1, Суббота=7)
wYday	UINT	День года (1..365): 1ое Января = 1, 31ое декабря = 364/365

UTC – Всемирное координированное время (англ. Coordinated Universal Time) – стандарт, по которому общество регулирует часы и время. Отличается на целое количество секунд от атомного времени и на дробное количество секунд от всемирного времени UT1. UTC было введено вместо устаревшего среднего времени по Гринвичу (GMT).

Пример использования функций:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    Result: RTS_IEC_RESULT;
    TimeUTC, TimeLoc: DWORD;
    SysDate: SYSTIMEDATE;
END_VAR
```

```
TimeUTC:=SysTimeRtcGet (Result);
Result:=SysTimeRtcConvertUtcToDate (TimeUTC, SysDate);
```

В данном примере получаем значение системного времени контроллера в формате UTC, а затем переводим его в понятную нам структуру SYSTIMEDATE, описанную ранее в таблице 18.

С помощью функции SysTimeRtcSet можно изменить часы реального времени контроллера. Модифицируем ранее описанный код для возможности изменения текущего часа:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    change: BOOL :=FALSE;
    Result: RTS_IEC_RESULT;
    TimeUTC, TimeLoc: DWORD;
    SysDate: SYSTIMEDATE;
    Hour: UINT;
END_VAR
```

```
TimeUTC:=SysTimeRtcGet (Result);
SysTimeRtcConvertUtcToDate (TimeUTC, SysDate);
IF change THEN
    SysDate.wHour:=Hour;
    SysTimeRtcConvertDateToUtc (SysDate, TimeUTC);
    SysTimeRtcSet (TimeUTC);
    change:= false;
END_IF
```

Согласовано					
Изм. № подл.					
Подп. и дата					
Взаим. инв. №Взаим. инв.					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							95



В данном примере по событию change=TRUE меняется текущий час на значение указанное в переменной Hour. Если значение Hour отлично от указанного в таблице 18 диапазона изменения не произойдет.

**Важно!!! Все переменные структуры RTS\_SYSTIMEDATE могут принимать значения только из указанного в таблице 18 диапазона.**

**Совет!!! Часы реального времени контроллера лучше всего менять с помощью сервисного ПО Caltester.exe, функцией «Синхронизация времени с ПК» (Приложение Ж).**

Так же данные функции хорошо подойдут для создания стекового исторического архива. Задача: есть некая переменная VarReal, при выходе ее значение за 10 необходимо в исторический архив размером 30 последних записей, записывать время и дату возникновения данного события. Пример реализации задачи:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    err: BOOL :=FALSE; // выход за предел наблюдаемого параметра
    Result: RTS_IEC_RESULT;
    TimeUTC: DWORD;
    SysDate: SYSTIMEDATE;
    History: ARRAY [1..30] OF SYSTIMEDATE; // исторический архив
    VarReal: REAL; // наблюдаемый параметр
    R_TRIG_Inst: R_TRIG; // детектор импульса по переднему фронту
    i: usint :=1; // номер записи в архиве History
END_VAR
```

```
// определяем выход за допустимый диапазон наблюдаемого параметра
IF VarReal>10 THEN
    err:= TRUE;
ELSE
    err:= FALSE;
END_IF

// наблюдаем за возникновением выхода за диапазон
R_TRIG_Inst(CLK:= err);

// по переднему фронту считываем время и дату с контроллера и
записываем в соответствующий элемент исторического архива,
инкрементируем индекс события
IF R_TRIG_Inst.Q THEN
    TimeUTC:=SysTimeRtcGet(Result);
    SysTimeRtcConvertUtcToDate(TimeUTC, SysDate);
    History[i]:= SysDate;
    i:=i+1;
    IF i>30 THEN // при выходе за архив возвращаемся к 1 элементу
        i:=1;
    END_IF
END_IF
```

Согласовано					
Изм.	№ док.	Подпись	Дата	Взаим. инв.	№Взаим. инв.
				Подп. и дата	
Изм.	№ док.	Подпись	Дата		

### 3.5 Работа с SD картой контроллера КАПП-82-168

Для просмотра, загрузки новых и переноса файлов с SD-карты на ПК без извлечения ее из контроллера можно воспользоваться менеджером файлов среды CODESYS. Чтобы открыть менеджер файлов, нужно выполнить двойной щелчок мышью по значку «Устройство» («Device») в дереве проекта, после чего откроется соответствующая вкладка (рисунок 109).

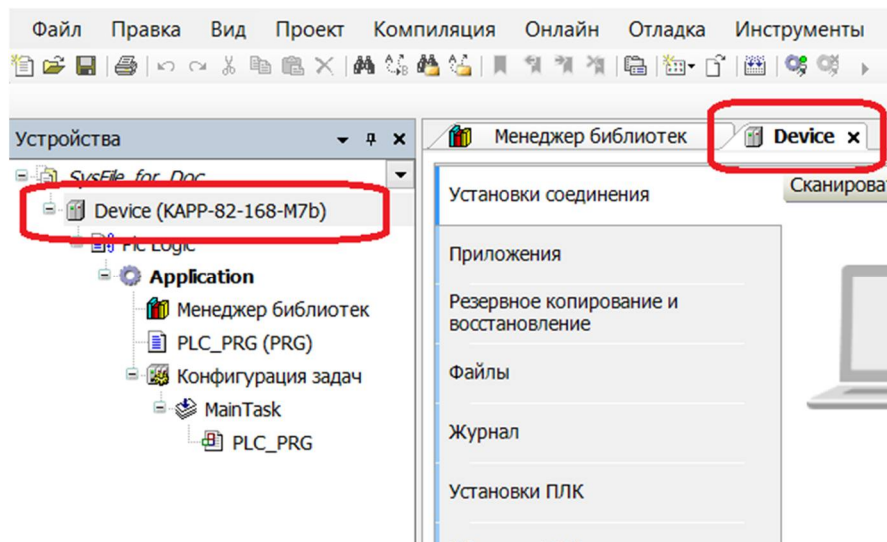


Рисунок 109 Расположение значка «Device» и открытая соответствующая вкладка

Далее обязательно проверить соединение с контроллером KAPP-82-168, для чего убедиться, что индикаторы подключения отображаются зеленым цветом, а имя устройства имеет значение «KAPP-82-168» (рисунок 110).

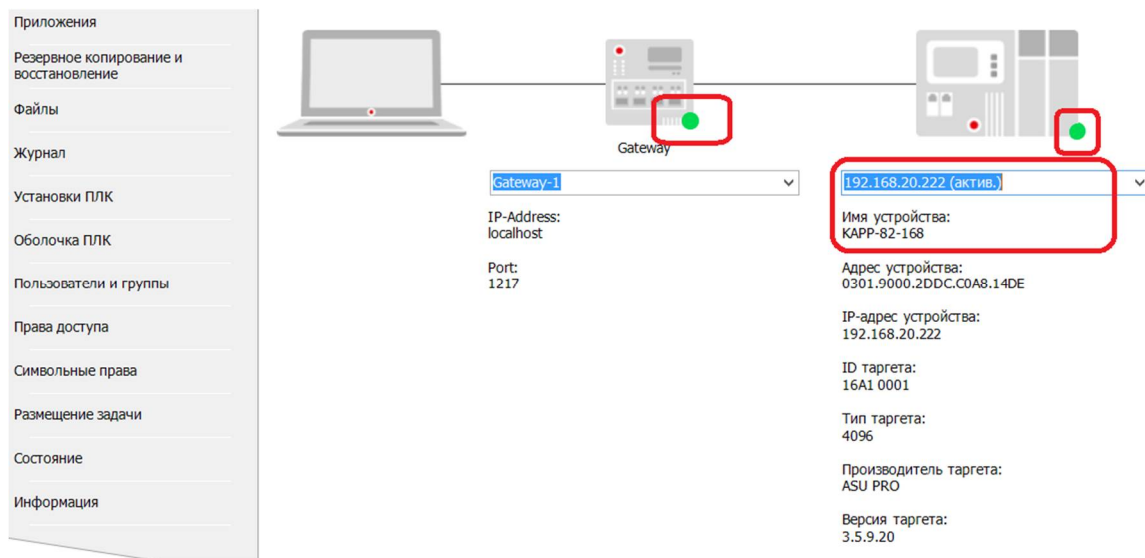


Рисунок 110 – Активное соединение с контроллером на вкладке «Device» Установка соединения

В случае отсутствия соединения, необходимо установить его, путем ввода IP-адреса контроллера KAPP-82-168, настроенного в конфигурационном файле на SD-карте и

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

нажать клавишу «Enter». Более подробно можно почитать в главе 2.3.9 Установка связи с контроллером.

Затем необходимо перейти на вкладку «Файлы». Для получения списка файлов на SD-карте необходимо нажать кнопку «Обновить». При помощи кнопок «>>» и «<<<» можно перенести файлы с ПК на SD – карту и обратно.

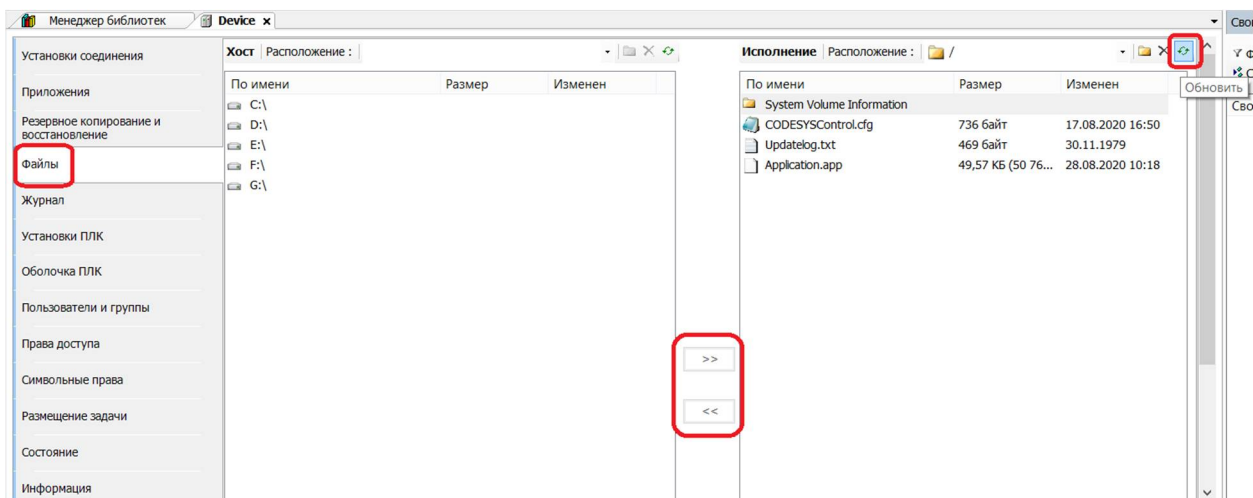


Рисунок 111 – Файловый менеджер среды CODESYS

Следует учитывать, что действуют ограничения конкретной файловой системы SD-карты (FAT, FAT32 или EFAT). По умолчанию максимальный размер фала 4 Гбайт. Файл «Application.app» является программой пользователя, его не следует изменять или открывать из программы пользователя, так как в этом случае программа пользователя повредит сама себя. Ниже приведена таблица с ограничениями для поддерживаемых файловых систем:

Таблица 19 – Ограничения для поддерживаемых файловых систем:

ФС	Максимальная длина имен	Допустимые символы	Максимальная длина пути	Максимальный размер файла
FAT	8 3 ANSI	Любые символы ANSI (Unicode для VFAT), кроме NUL.	Нет ограничений	2 Гбайта
FAT32	255 UTF	Любые символы Юникода, кроме NUL.	Нет ограничений	4 Гбайта
ExFAT	255 UTF	Любые символы Юникода, кроме NUL.	Нет ограничений	16 Эбайта

Контроллер поддерживает карты форматов SD и SDHC до Class 10. Использование иных типов карт не гарантирует его нормальной работы.

Согласовано					
Инь. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №Взаим. инв.			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 3.5.1 Работа с SD картой контроллера КАПП-82-168 с помощью библиотеки SysFile

Для работы с файловой системой microSD карты, необходимо добавить следующие библиотеки в проект CODESYS: SysFile; SysTypes; CmpErrors. Как добавить библиотеку можно посмотреть в пункте 3.4 Работа с функциями времени контроллера КАПП-82-168 (библиотека SysTime).

Для работы с файлами необходима переменную типа «RTS\_IEC\_HANDLE», которая будет являться указателем на структуру файла (дескриптор). Так же понадобится переменная типа «RTS\_IEC\_RESULT» для хранения результата операции (описание кодов ошибок можно найти в документации к библиотеке «CmpErrors»). Подробнее по кодам ошибок можно посмотреть в главе 3.4.1 Функции SysTimeCore.

Для примера напишем код приложения, который по команде run создает файл «file.txt» в корне SD карты и помещает в него текст «Hello World!!!», а затем в строковую переменную запишем этот текст из файла. Пример:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
  run: bool := false;
  FILE_X: RTS_IEC_HANDLE;
  F_RESULT: RTS_IEC_RESULT;
  APPEND_DATA: STRING := 'Hello World!!!';
  READ_DATA : ARRAY [0..99] OF BYTE;
  VarSTR: STRING;
  LenFile: DWORD;
  i: INT;
  pSTR: POINTER TO STRING;
END_VAR
```

```
IF run THEN
  run:= FALSE;

  //запись строки APPEND_DATA в файл
  FILE_X:=SysFileOpen('file.txt', SysFile.AM_WRITE,
  ADR(F_RESULT));
  IF F_RESULT = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN
    SysFileWrite(FILE_X, ADR(APPEND_DATA),
    TO_DWORD(LEN(APPEND_DATA)), ADR(F_RESULT));
    SysFileClose(FILE_X);
  END_IF

  //чтение в буфер READ_DATA из файла
  LenFile:=SysFileGetSize('file.txt', F_RESULT);
  FILE_X:= SysFileOpen('file.txt', SysFile.AM_READ,
  ADR(F_RESULT));
  IF F_RESULT = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN
    SysFileRead(FILE_X, ADR(READ_DATA), LenFile,
    ADR(F_RESULT));
    SysFileClose(FILE_X);
  END_IF

  //преобразование буфера READ_DATA в строку VarSTR
  pSTR:= ADR(READ_DATA);
  VarSTR:= pSTR^;
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

99

ФорматА4

```
// обнуление (очистка) буфера
FOR i:=0 TO 99 DO
    READ_DATA[i]:=0;
END_FOR
END_IF
```

Обратите внимание на то, что в примере для чтения используется не строка, а массив байтов, который после преобразования и записи данных из него в строку полностью обнуляется. При использовании строки без промежуточного массива, при повторном чтении данных меньших, чем считанные ранее, длина строки будет равна максимальной длине считанных данных. И соответственно оставшиеся ранее считанные данные остаются и меняются только данные считанные повторно. Например: считываем строку «Hello World!!!», затем считываем из файла строку с меньшей длиной «World», а получаем строку «World World!!!».

В примере файл открывается с помощью функции «SysFileOpen». Подставив в функцию имя файла, режим открытия файла и указатель на переменную типа «RTS\_IEC\_RESULT» функция возвращает результата открытия файла. Если результат соответствует «ERR\_OK», файл открылся успешно, описатель помещен в переменную типа «RTS\_IEC\_HANDLE». Таблица 20 содержит имена и описания режимов открытия файлов.

Таблица 20 – Режимы открытия файлов:

Наименование режима	Описание
AM_READ	Открывает существующий файл с доступом только для чтения. Если файла не существует, будет возвращена ошибка. Указатель устанавливается в начало файла.
AM_WRITE	Создает новый файл с доступом только на запись. Если файл уже существует, его содержимое отбрасывается. Указатель устанавливается в начало файла.
AM_APPEND	Открывает существующий файл с доступом только на запись. Если файла не существует, будет возвращена ошибка. Указатель устанавливается в конец файла.
AM_READ_PLUS	Открывает существующий файл с доступом на чтение и запись. Если файла не существует, будет возвращена ошибка. Указатель устанавливается в начало файла.
AM_WRITE_PLUS	Создает новый файл с доступом на чтение и запись. Если файл уже существует, его содержимое отбрасывается. Указатель устанавливается в начало файла.
AM_APPEND_PLUS	Открывает существующий файл с доступом на чтение и запись. Если файл не существует, то создает новый файл. Указатель устанавливается в конец файла.

**Важно!!!** После завершения работы с файлом его необходимо закрыть, в противном случае есть вероятность потери или искажения его содержимого. Для этого используется соответствующая функция «SysFileClose».

Согласовано				
Инь. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							100

**Совет!!!** Если необходимо использовать функцию чтения и записи в одном действии (последовательно), лучше использовать режим открытия PLUS и закрыть файл в конце этого действия. Так же не забывайте контролировать текущее положение указателя функциями SysFileGetPos и SysFileSetPos.

Реализованные в ПЛК КАППИ-82-168 функции библиотеки SysFile можно посмотреть в таблице 21.

Таблица 21 – Реализованные функции библиотеки SysFile:

Название	Комментарий
<b>SysFileOpen</b>	открыть файл
<b>SysFileClose</b>	закрыть файл
<b>SysFileTruncate</b>	усечь файл
<b>SysFileRead</b>	прочсть из файла
<b>SysFileWrite</b>	записать в файл
<b>SysFileDelete</b>	удалить файл
<b>SysFileRename</b>	переименовать файл
<b>SysFileGetPos</b>	получить текущую позицию в файле
<b>SysFileGetSize</b>	получить размер файла
<b>SysFileSetPos</b>	установить позицию файла
<b>SysFileCopy</b>	скопировать файл
<b>SysDirOpen</b>	открыть папку
<b>SysDirClose</b>	закрыть папку
<b>SysDirRead</b>	прочитать содержимое папки
<b>SysDirCreate</b>	создать папку
<b>SysDirDelete</b>	удалить папку
<b>SysDirRename</b>	переименовать папку
<b>SysDirGetCurrent</b>	получить активную папку
<b>SysDirSetCurrent</b>	установить активную папку
<b>SysFileEOF</b>	функция проверяет достигнут ли конец файла (при чтении)

Более подробно про функции можно почитать в описании и документации Менеджера библиотек.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

### 3.6 Работа с портами USART (RS232 / 485) контроллера КАПП-82-168 с помощью библиотеки SysCom

Для работы с портами COM1, COM2, COM3, COM4 необходимо добавить следующие библиотеки в проект CODESYS: SysCom; SysTypes; CmpErrors.

**Важно!!!** Реализация работы с портами должна выполняться в отдельной задаче, так как время выполнения такой задачи может превышать указанный в настройках конфигурации задач интервал ее выполнения, в следствии ожидания таймаутов приема/передачи.

В контроллере реализован весь функционал библиотеки SysCom. В таблице 22 приведен перечень доступных функций.

Таблица 22 – Перечень функций библиотеки SysCom:

Название	Комментарий
<b>SysComClose</b>	закрывает устройство последовательной связи
<b>SysComGetSettings</b>	получает настройки интерфейса по переданному указателю
<b>SysComOpen</b>	открывает устройство последовательной связи. <b>Не рекомендуется использовать данную функцию, так как открытие производится без настройки!</b>
<b>SysComOpen2</b>	открывает устройство последовательной связи, и настраивает согласно переданной в «pSettings» структуре настроек. <b>ВАЖНО!!! Параметр «pSettingsEx» должен быть равен нулю</b>
<b>SysComPurge</b>	производит очистку буфера чтения (используется FIFO кольцевой буфер, размер фиксирован и не зависит от настройки в структуре «pSettings», равен 1024 байт)
<b>SysComRead</b>	производит чтение из устройства последовательной связи в неблокирующем режиме. Если в кольцевом FIFO буфере имеется затребованное кол-во байт, то возврат произойдет немедленно. В противном случае задача, из которой вызвана данная функция, будет остановлена до того момента пока в буфере не наберется требуемое количество байт, или не выйдет период времени (таймаут) указанный в структуре «pSettings»
<b>SysComSetSettings</b>	изменение /установка настроек в переданное устройство последовательной связи
<b>SysComSetTimeout</b>	отдельно изменяет таймаут операций чтения и записи в устройство последовательной связи
<b>SysComWrite</b>	производит запись в устройство последовательной связи в неблокирующем режиме

Структура конфигурации порта «COM\_Settings», которая задает настройки, таймаут операций чтения и записи приведена в таблице 24.

Таблица 24 – Структура конфигурации COM\_Settings:

Имя	Тип	Комментарий
sPort	COM_Ports	Номер порта: 0=запрещен, 1=COM1, 2=COM2, N=COMN
byStopBits	COM_StopBits	Число стоп бит, см. таблицу 25 – Перечисление COM_StopBits
byParity	COM_Parity	Паритет, см. таблицу 26 – Перечисление «COM_Parity»
ulBaudrate	COM_Baudrate	Скорость порта, см. таблицу 27 – Перечисление «COM_Baudrate»
ulTimeout	UDINT	Ограничение времени на операции чтения и записи в миллисекундах, «SYS_NOWAIT» (0) - без таймаута,

Согласовано/Согласов

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
102

		«SYS_INFINITE» (16#FFFFFFFF) - ожидание без ограничений по времени
ulBufferSize	UDINT	Размер кольцевого буфера FIFO, в данном случае указывать его не имеет смысла, так как в ПЛК он фиксирован и равен 1024 байт.

Таблица 25 – Перечисление COM StopBits:

Имя	Описание
SYS_ONESTOPBIT	Один стоп бит
SYS_ONESSTOPBITS	Полтора стоп бита
SYS_TWOSTOPBITS	Два стоп бита

Таблица 26 – Перечисление COM Parity:

Имя	Описание
SYS_NOPARITY	Без паритета
SYS_ODDPARITY	Нечётный паритет
SYS_EVENPARITY	Чётный паритет

Таблица 27 – Перечисление COM Baudrate

Имя	Описание
SYS_BR_4800	Скорость 4800 Бод
SYS_BR_9600	Скорость 9600 Бод
SYS_BR_19200	Скорость 19200 Бод
SYS_BR_38400	Скорость 38400 Бод
SYS_BR_57600	Скорость 57600 Бод
SYS_BR_115200	Скорость 115200 Бод

Рассмотрим пример использования библиотеки для частичной реализации протокола Modbus. В частности реализуем функцию чтения ста регистров хранения в режиме подчиненного с ограничениями. В примере, что бы сильно не усложнять код, при приеме посылки будет только проверка SlaveID (посылка, адресуемая нашему контроллеру) и кода функции (код функции 03 – чтение регистров хранения). Результат выполнения будет выдаваться ведущему с контрольной суммой CRC и кодом ошибки в случае кода функции отличного от 03 – чтение регистров ранения. Проверка контрольной суммы CRC проверка соответствия запрашиваемых регистров и прочее, реализовываться не будет. Для начала добавим функциональный блок AddCRC, где входными данными будут массив и количество байтов, для которых требуется вычислить контрольную сумму. Выходная переменная – слов контрольная сумма CRC:

```

FUNCTION_BLOCK AddCRC
VAR_INPUT
    INPUT: ARRAY [0..250] OF BYTE; (*входной буфер*)
    size: UINT; (*длина буфера*)
END_VAR
VAR_OUTPUT
    CRC: WORD; (*вычисленная контрольная сумма*)
END_VAR
VAR
    i, j: UINT;
    VarBool: BOOL;
END_VAR

```

Согласовано/Согласов

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

103



```

CRC:= 16#FFFF;
FOR i:=0 TO size-1 DO // т.к начало с 0
    crc := crc XOR INPUT[i];
    FOR j:=0 TO 7 DO // 8 бит в байте
        VarBool:=crc.0;
        crc:= SHR(crc,1); // сдвиг вправо
        IF VarBool THEN
            crc:=crc XOR 16#A001; // полином 16#A001 для Modbus
        END_IF
    END_FOR
END_FOR
END_FOR

```

Для изменения порядка байтов в слове понадобится создать объединение Word\_Byte (как ранее указывалось в главе 3.2.5 в контроллере КАПП-82-168 порядок байтов BA):

```

TYPE Word_Byte :
UNION
    VarWord: WORD;
    ArrByte: ARRAY [0..1] OF BYTE;
END_UNION
END_TYPE

```

После этого добавим функциональный блок Processing, в котором будет производиться обработка полученного запроса. Входными данными будут принятые данные от ведущего устройства и массив регистров хранения. Выходными данными будут массив данных для передачи и его длина:

```

FUNCTION_BLOCK Processing
VAR_INPUT
    RxData: ARRAY [0..250] OF BYTE;
    HoldReg: ARRAY [0..99] OF WORD;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    TxData: ARRAY [0..250] OF BYTE;
    TxLen: UDINT;
END_VAR
VAR
    AddrData, Quantity, Temp: Word_Byte;
    i, j: UINT;
    CRC: WORD:= 16#FFFF;
    FunCRC: AddCRC;
END_VAR

```

```

CASE RxData[1] OF // действие в зависимости от кода функции
    3: //обработка функции 03
        TxData[0]:= RxData[0]; //адрес ведомого
        TxData[1]:= RxData[1]; //код функции

        //перекладываем в нужный порядок байтов начальный адрес и
        //количество регистров
        AddrData.ArrByte[1]:= RxData[2];
        AddrData.ArrByte[0]:= RxData[3];
        Quantity.ArrByte[1]:= RxData[4];
        Quantity.ArrByte[0]:= RxData[5];

```

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

```

//количество байтов для передачи (1 регистр - 2 байта)
TxData[2]:= TO_BYTE(Quantity.VarWord*2);
j:=3;

// переключаем запрошенные регистры в посылку для передачи
с учетом порядка байтов BA, через временную переменную
FOR i:=AddrData.VarWord TO (Quantity.VarWord -1) DO
    Temp.VarWord:= HoldReg[i];
    TxData[j]:= Temp.ArrByte[1];
    j:= j+1;
    TxData[j]:= Temp.ArrByte[0];
    j:= j+1;
END_FOR

// вычисляем контрольную сумму и получившуюся длину посылки
FunCRC (INPUT:=TxData, size:=(j), CRC=>CRC);
Temp.VarWord:= CRC;
TxData[j]:= Temp.ArrByte[0];
TxData[j+1]:= Temp.ArrByte[1];
TxLen:= j+2;

ELSE // нет кода в списке
    TxData[0]:= RxData[0];
    TxData[1]:= RxData[1]+128; // по протоколу в случае ошибки
старший бит = 1 (вес 8-го бита 128)
    TxData[2]:= 1; // при неверной функции код ошибки =1
    FunCRC (INPUT:=TxData, size:=3, CRC=>CRC);
    Temp.VarWord:= CRC;
    TxData[3]:= Temp.ArrByte[0];
    TxData[4]:= Temp.ArrByte[1];
    TxLen:= 5;
END_CASE

```

Далее пишем основной код настройки порта и приема/передачи данных по нему:

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
    StartPort: BOOL := FALSE;
    ComSet: COM_Settings; // Настройки порта
    COM_P1: RTS_IEC_HANDLE; // Указатель на порт
    F_Result: RTS_IEC_RESULT; // Результат функций
    // буферы чтения, ответа и временный
    RxData, TxData, TempData: ARRAY [0..250] OF BYTE;
    RxLen: UDINT := 8; //Количество байт в посылке при приеме
    TxLen: UDINT; //Количество байт в посылке при передаче
    HoldReg: ARRAY [0..99] OF WORD; // массив регистров хранения
    Proc: Processing; // основной функциональный блок
    SlaveID: UINT: =1; //адрес подчиненного (данного контроллера)
END_VAR

```

```

// Инициализация настроек порта
IF NOT StartPort THEN
    // Режим паритета - без него
    ComSet.byParity := SYS_NOPARITY;
    // Число стоп-бит - 1 стоп бит
    ComSet.byStopBits := SYS_ONESTOPBIT;
    // Номер порта (1..4) - 4й порт

```

Согласовано				
Изм. № подл.	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.
	Подп. и дата	Взаим. инв.	№Взаим. инв.	

```

ComSet.sPort := SYS_COMPORT1;
// Скорость 115200 ComSet.ulBufferSize := 0;
ComSet.ulBaudrate := SYS_BR_115200;
// Таймаут приёма и отправки в миллисекундах
ComSet.ulTimeout := 100;

// Открываем порт с этими настройками
COM_P1 := SysCom.SysComOpen2(ADR(ComSet), 0, ADR(F_Result));
// Проверяем открылся ли
IF F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN
    // Если порт открылся успешно, переход в основной цикл
    StartPort:= TRUE;
END_IF
END_IF

// Основной цикл работы COM порта
IF StartPort THEN
    SysCom.SysComRead(COM_P1, ADR(TempData), RxLen, 100,
F_Result);
    IF TempData[0]= SlaveID THEN //проверка SlaveID
        RxData:=TempData;
        SysComPurge(COM_P1); //очистка кольцевого буфера
        Proc(RxData:= RxData, HoldReg:= HoldReg,
TxData=>TxData, TxLen=>TxLen); //формирование ответа
        SysCom.SysComWrite(COM_P1, ADR(TxData), TxLen, 100,
F_Result); // передача в порт сформированного ответа
    END_IF
END_IF

```

В рассмотренном примере обязательно следить за тем, чтобы не вылезти за диапазон массивов регистров хранения (запрашивать регистры от 0 до 99). Так же важно заметить, что размеры массивов заведомо больше чем принятое и передаваемое количество байтов информации. Прием команды чтения регистров хранения – 8 байтов: 1байт – адрес ведомого; 1 байт – код функции; 2 байта – адрес начального регистра; 2 байта – количество запрашиваемых регистров; 2 байта – контрольная сумма CRC. Передача информации: 1байт – адрес ведомого; 1 байт – код функции; 1 байт – количество байтов передаваемой информации + количество передаваемых регистров умноженное на 2 + контрольная сумма CRC. Что в сумме не должно превышать 205 байтов информации.

Проверить выше описанный код можно любым ведущим устройством. В качестве ведущего может выступать ПК с программой Modbus Poll (рисунок 112) или другой контроллер.

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
106

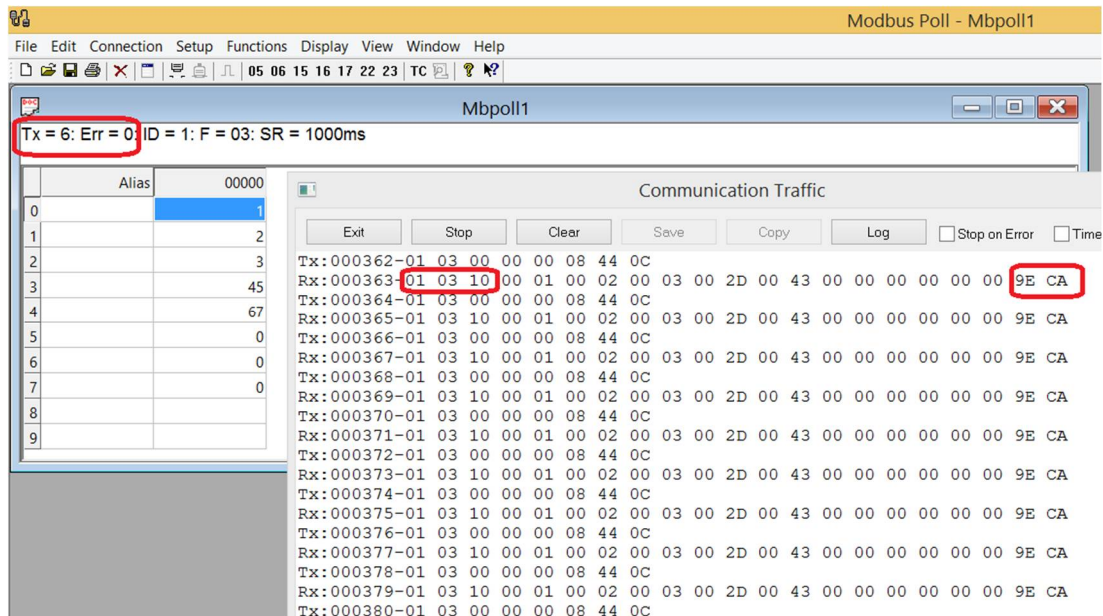


Рисунок 112 – Общий вид ПО Modbus Poll с открытой вкладкой Communication Traffic

На рисунке выделено количество переданных пакетов (Tx=6), количество ошибок (Err=0), адрес ведомого устройства, код функции, количество байтов информации в ответе и контрольная сумма, принятых от ведомого устройства.

На рисунке 113 показан вариант запроса входных регистров (код функции 04).

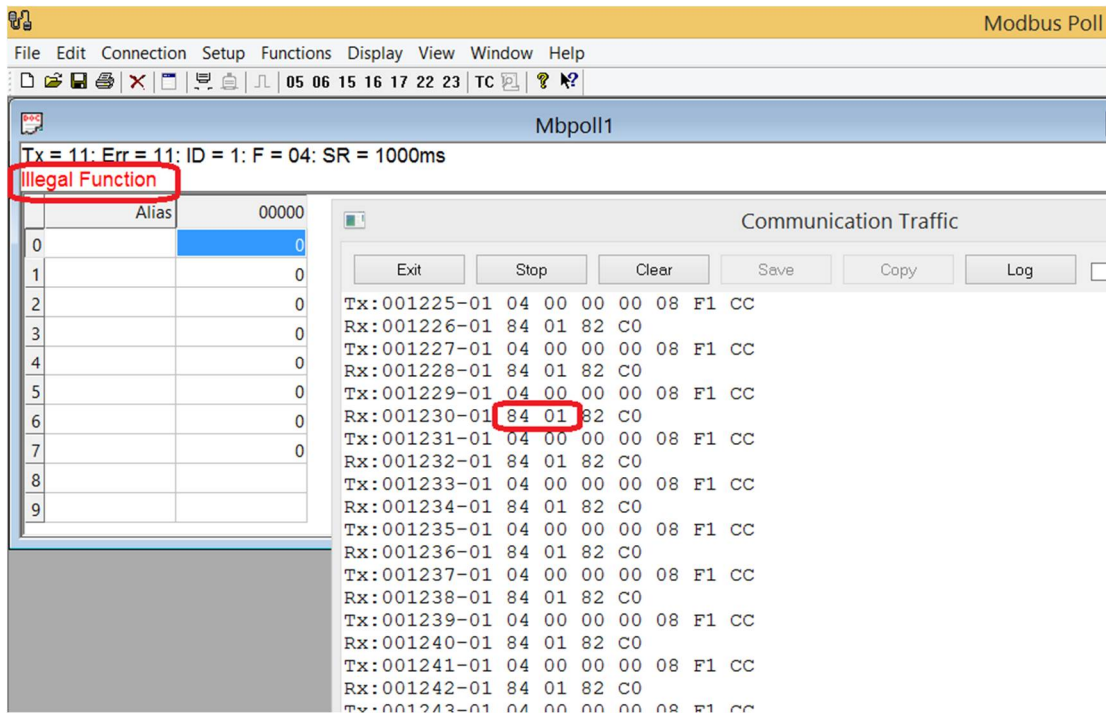


Рисунок 113 – Общий вид ПО Modbus Poll с открытой вкладкой Communication Traffic при использовании функции, не поддерживаемой ведомым устройством

**Важно!!!** Данный код приведен исключительно в качестве примера для понимания принципов работы и области применения библиотеки. В данном примере

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

важно следить за тем, чтобы не вылезти за диапазон массивов, что может произойти также при приеме искаженных данных. Для использования в реальных проектах обязательна доработка – обработка ошибок при приеме (проверка контрольной суммы CRC, проверка соответствие запрашиваемых регистров массиву HoldReg и т.д.).

Использование данной библиотеки может найти применение так же для произвольного протокола последовательной связи.

Согласовано					
Инов. № подл.					
Подп. и дата					
Взаим. инв. №					
Взаим. инв.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

108

### 3.7 Работа с Ethernet портом с помощью библиотеки SysSocket

Сóкет (англ. socket — разъём) — название программного интерфейса для обеспечения обмена данными между процессами. Процессы при таком обмене могут выполняться как на одном устройстве, так и на различных, связанных между собой сетью. Сокет — абстрактный объект, представляющий конечную точку соединения. Следует различать клиентские и серверные сокеты. Сокет Клиента может работать только с одним сокетом Сервера. Сокет Сервера может работать сразу с несколькими сокетами Клиентов.

Для взаимодействия между устройствами с помощью стека протоколов TCP/IP используются адреса и порты. Адрес представляет собой 32-битную структуру для протокола IPv4. Номер порта — целое число в диапазоне от 0 до 65535 (для протокола TCP). Эта пара определяет сокет («гнездо», соответствующее адресу и порту).

Каждый процесс (в нашем случае задача) может создать «слушающий» сокет (серверный сокет) и привязать его к какому-нибудь физическому порту устройства (в нашем случае единственный порт Ethernet).

Слушающий процесс обычно находится в цикле ожидания, то есть просыпается при появлении нового соединения.

Обычно клиент явно «подсоединяется» к слушателю, после чего любое чтение или запись через его файловый дескриптор будут передавать данные между ним и сервером.

Для работы с портом Ethernet необходимо добавить следующие библиотеки в проект CODESYS: SysSocket; SysTypes; CmpErrors. Для тестирования можно воспользоваться ПО SocketTest v 3.0.

В общем случае структурная схема работы Клиент – Сервера с помощью библиотеки SysSocket выглядит следующим образом (рисунок 114)

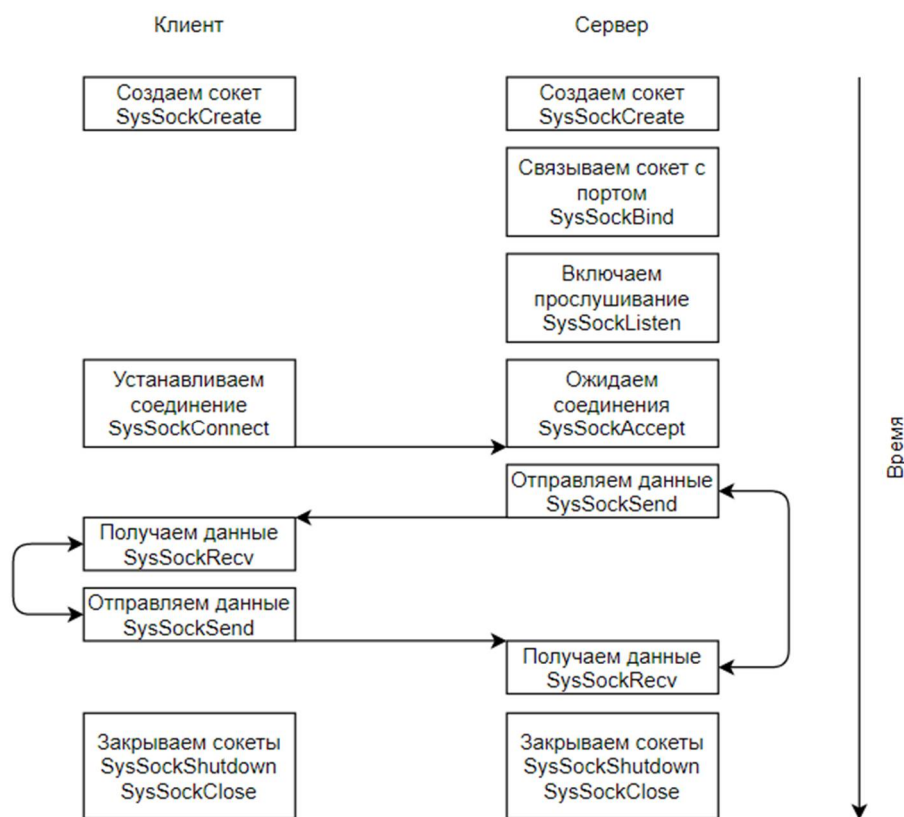


Рисунок 114 – Структурная схема работы Клиент – Сервера с помощью библиотеки SysSocket

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 3.7.1 Работа Сервера

Первое что понадобится это создать сокет функцией SysSockCreate. Пример:

```
Global.hServSoc := SysSockCreate(SOCKET_AF_INET, SOCKET_STREAM,
SOCKET_IPPROTO_TCP, ADR(F Result));
```

**Важно!!!** Обратит внимание, что дескриптор hServSoc объявляется в глобальных переменных Global RETAIN блока. При таком подходе дескриптор к созданному серверу не будет теряться в процессе изменения проекта, а так же при неожиданной перезагрузке контроллера. Так же в RETAIN блок лучше помещать все переменные, которые должны сохранять свои значения (дескриптор клиента, этап выполнения программы).

Функция создает новый сокет и возвращает указатель (дескриптор) на него (таблица 28).

Таблица 28 – Описание функции SysSockCreate

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockCreate	RTS_IEC_HANDLE	Функция возвращает дескриптор (указатель) созданного сокета, который требуется в качестве входного параметра для других функций библиотеки, таких как SysSockBind, SysSockConnect и т. д.
Input	AddressFamily	INT	Семейство адресов сокетов
	Type	DINT	Тип сокета
	Protocol	DINT	Протокол сокета
	Result	POINTER TO RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Возможные значения семейства адресов сокетов можно посмотреть в списке глобальных констант GVL библиотеки SysSocket (таблица 29).

Таблица 29 – Перечисления семейства адресов сокетов

Имя	Семейство адресов сокета
SOCKET_AF_UNSPEC	Неопределенное
SOCKET_AF_LOCAL	Для локального хоста (LocalHost – 127.0.0.1)
SOCKET_AF_UNIX	Обратной совместимости
SOCKET_AF_INET	DINetwork: UDP, TCP и т.д.
SOCKET_AF_IMPLINK	ARPANET протокола IMP
SOCKET_AF_PUP	PUP протоколов, таких как BSP
SOCKET_AF_CHAOS	CHAOS протоколов MIT
SOCKET_AF_NS	NS протоколов XEROX
SOCKET_AF_ISO	ISO протоколов
SOCKET_AF_OSI	OSI протоколов
SOCKET_AF_ECMA	Европейских производителей компьютеров
SOCKET_AF_DATAKIT	Datakit протоколов
SOCKET_AF_CCITT	CCITT протоколов, X.25 и подобные
SOCKET_AF_SNA	SNA протоколов IBM
SOCKET_AF_DECnet	DECnet протоколов
SOCKET_AF_DLI	интерфейса прямого канала передачи данных (DEC Direct data

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
110

	link DINTerface)
SOCKET_AF_LAT	LAT
SOCKET_AF_HYLINK	NSC Hyperchannel
SOCKET_AF_APPLETALK	AppleTalk
SOCKET_AF_ROUTE	Routing протоколов
SOCKET_AF_LINK	Интерфейсов канального уровня
SOCKET_pseudo_AF_XTP	eXpress Transfer Protocol (без AF)
SOCKET_AF_COIP	IP с установлением соединения, также известный как ST II
SOCKET_AF_CNT	Computer Network Technology
SOCKET_pseudo_AF_RTIP	Вспомогательных идентификаторов RTIP пакетов
SOCKET_AF_IPX	Novell протокол на IP
SOCKET_AF_SIP	Simple Internet Pritocol
SOCKET_pseudo_AF_PIP	Вспомогательных идентификаторов PIP пакетов
SOCKET_AF_MAX	Максимального разрешения
SOCKET_AF_INET_BSD	специфичных для BSD INET AF
SOCKET_AF_INET_STREAMS	специфичных для STREAMS INET AF

Возможные значения типа сокета можно посмотреть в списке глобальных констант GVL библиотеки SysSocket (таблица 30).

Таблица 30 – Перечисления типа сокета

Имя	Тип сокета
SOCKET_STREAM	Сокет потока
SOCKET_DGRAM	Сокет дейтаграмм
SOCKET_RAW	Сокет низкого уровня
SOCKET_RDM	Сокет надежно доставленного сообщения
SOCKET_SEQPACKET	Сокет пакетов

Возможные значения протокола сокета можно посмотреть в списке глобальных констант GVL библиотеки SysSocket (таблица 31).

Таблица 31 – Перечисления протокола сокета

Имя	Протокол сокета
SOCKET_IPPROTO_IP	IP уровень
SOCKET_IPPROTO_ICMP	Протокол межсетевых управляющих сообщений
SOCKET_IPPROTO_IGMP	Протокол управления групповой передачей данных
SOCKET_IPPROTO_GGP	Протокол межшлюзового взаимодействия (не рекомендуется!!!)
SOCKET_IPPROTO_TCP	Протокол управления передачей
SOCKET_IPPROTO_PUP	Протокол универсальных пакетов
SOCKET_IPPROTO_UDP	Протокол пользовательских дейтаграмм
SOCKET_IPPROTO_IDP	Протокол межсетевых дейтаграмм
SOCKET_IPPROTO_ND	НЕОФИЦИАЛЬНЫЙ протокол сетевого диска
SOCKET_IPPROTO_TLS	НЕОФИЦИАЛЬНЫЙ протокол защиты транспортного уровня
SOCKET_IPPROTO_RAW	Протокол сетевой печати
SOCKET_IPPROTO_MAX	Протокол максимального разрешения

Далее необходимо настроить адресацию сокета и привязать настройки к созданному сокету функцией SysSockBind. Пример:

```
//настройка адресации сокета и привязка их к сокету
SocAddrServer.sin_family      := SOCKET_AF_INET;
SocAddrServer.sin_port       := SysSockHtons (Port);
SocAddrServer.sin_addr.ulAddr := SOCKET_INADDR_ANY;
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

111

ФорматА4



```
F_Result := SysSockBind(Global.hServSoc, ADR(SocAddrServer),
    sizeof(SOCKADDRESS));
```

Тип переменной SocAddrServer является SOCKADDRESS. Структура SOCKADDRESS представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Структура SOCKADDRESS

Имя	Тип	Комментарий
sin_family	INT	Семейство входящих адресов
sin_port	UINT	Идентификационный номер порта. <b>Должен быть преобразован в порядок соответствующему порядку шины с помощью SysSockHtons ()!</b>
sin_addr	INADDR	IP адрес входящего соединения. Является объединением и содержит IP-адрес в трех разных форматах: 1) S_un_b (тип: UDINT_IN_BYTES) – Адрес для побайтового доступа 2) S_un_w (тип: UDINT_IN_WORDS) – Адрес для пословного доступа 3) ulAddr (тип: UDINT) – IP – адрес в целочисленном виде
sin_zero	ARRAY [0..7] OF BYTE	Рудимент (по причинам совмещения).

В данном примере SocAddrServer.sin\_addr.ulAddr равен SOCKET\_INADDR\_ANY, что указывает серверу принимать подключения от любого клиента. В таблице 33 перечислены другие возможные варианты.

Таблица 33 – Перечисления sin\_addr

Имя	Комментарий
SOCKET_INADDR_ANY	Любой адрес
SOCKET_INADDR_LOOPBACK	Устройство обратной петли
SOCKET_INADDR_BROADCAST	Широковещательная передача
SOCKET_INADDR_NONE	Без указания

Для указания конкретного адреса необходимо с помощью строковой переменной (strIP\_Addres : **STRING** (16)) указать этот адрес в привычном формате (например – 192.168.0.100), а затем с помощью функции SysSockInetAddr преобразовать в формат UDINT необходимый переменной sin\_addr.ulAddr. Пример использования функции:

```
F_Result := SysSockInetAddr(strIP_Addres,
    ADR(SocAddrServer.sin_addr.ulAddr));
```

SysSockBind вызывает функцию операционной системы, которая связывает локальный адрес (SocAddrServer) и сокет (Global.ServerSocket), который уже был создан с помощью SysSockCreate. Это делается до вызова таких функций, как SysSockListen или SysSockAccept (таблица 34).

Таблица 34 – Описание функции SysSockBind

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockBind	RTS_IEC_RESULT	Код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Согласовано/Согласов

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета
	pSockAddr	POINTER TO SOCKADDRESS	Указатель к локальному адресу с настройками (SOCKADDRESS)
	diSockAddrSize	DINT	Длина структуры SOCKADDRESS

Далее запускаем прослушивание сокета для определения попытки подключения к серверу с помощью функции SysSockListen (таблица 35).

Таблица 35 – Описание функции SysSockListen

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockListen	RTS_IEC_RESULT	Код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)
Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета
	diMaxConnections	DINT	Максимальное разрешенное количество подключений

Пример использования функции SysSockListen:

```
F_Result := SysSockListen(Global.hServSoc, maxConn);
```

Где переменная maxConn целочисленного типа указывает максимальное количество клиентов в очереди.

После этого принимаем следующее входящее соединение от клиента функцией SysSockAccept (таблица 36).

Таблица 36 – Описание функции SysSockAccept

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockAccept	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета Клиента
Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета Сервера
	pSockAddr	POINTER TO SOCKADDRESS	Указатель на структуру SOCKADDRESS Клиента
	pdiSockAddrSize	POINTER TO DINT	Указатель длины структуры SOCKADDRESS
	pResult	POINTER TO RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Пример использования функции SysSockAccept:

```
Global.hCliSoc := SysSockAccept(Global.hServSoc,
ADR(SocAddrClient), sizeof(SOCKADDRESS), ADR(F_Result));
```

Как только функцией SysSockAccept принято подключение от клиента, в зависимости от необходимой нам логики начинаем обмен данными между клиентом и сервером. В нашем случае передаем приветственное сообщение от сервера с помощью функции SysSockSend (таблица 37).

Таблица 37 – Описание функции SysSockSend

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockSend	__XINT	Количество переданных байтов. 0 при неудаче.

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета Клиента
	pbyBuffer	POINTER TO BYTE	Указатель к буферу содержащего сообщение для клиента
	diBufferSize	XINT	Длина данных для передачи
	diFlags	DINT	Определяет способ вызова функции; зависит от опций сокета. Более подробно можно посмотреть в глобальных переменных библиотеки в категории TCP flags.
	pResult	POINTER TO RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Пример использования:

```
NumBytesTx := SysSockSend(Global.hCliSoc, ADR(ServMessages),
LEN(ServMessages)+1, 0, ADR(F_Result));
```

**Важно!!! Обратите внимание, что длина сообщения больше самого сообщения на 1 байт, для посылки ноль терминатора.**

Далее в нашем случае принимаем данные функцией SysSockRecv (таблица 38).

Таблица 38 – Описание функции SysSockRecv

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockRecv	XINT	Количество принятых байтов. 0 при неудаче.
Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета Клиента
	pbyBuffer	POINTER TO BYTE	Указатель к буферу принимающему сообщения от клиента
	diBufferSize	XINT	Максимальная длина принимаемых данных
	diFlags	DINT	Определяет способ вызова функции; зависит от опций сокета. Более подробно можно посмотреть в глобальных переменных библиотеки в категории TCP flags
	pResult	POINTER TO RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Пример использования:

```
NumBytesRx:= SysSockRecv(Global.hCliSoc, ADR(CliMessages), 255, 0,
ADR(F_Result));
```

В данном примере максимальная длина принимаемых данных, равна 255 байт, что соответствует максимальной длине строки STRING(255).

Далее если необходимо отключить и/или закрыть сокет клиента/сервера необходимо воспользоваться функциями SysSockShutdown (таблица 39) и SysSockClose (таблица 40).

Таблица 39 – Описание функции SysSockShutdown

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockShutdown	RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)

Согласовано

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инд. № подл.

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

114

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата

Формат А4

Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета который необходимо отключить
	diHow	DINT	Указывает, какие операции больше не разрешены. Более подробно можно посмотреть в глобальных переменных библиотеки в категории shutdown flags

Таблица 40 – Описание функции SysSockClose

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockClose	RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)
Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) сокета который необходимо закрыть

Пример использования (отключение и закрытие сокета сервера):

```
SysSockShutdown(Global.hServSoc, SOCKET_SD_BOTH);
SysSockClose(Global.hServSoc);
```

Рассмотрим теперь пример написания кода сервера, который после подключения клиента отправляет ему приветственное сообщение «Hello From Server!!!», далее принимает сообщение от клиента, разрывает соединение и снова ждет подключение клиента.

Для начала напишем простейшую функцию обработки ошибок:

```
FUNCTION ErrPerf : STRING
VAR_INPUT
  Str: STRING;
  F_Result: RTS_IEC_RESULT;
END_VAR
VAR
END_VAR
```

```
IF F_Result <> CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN
  ErrPerf := Concat(Str, TO_STRING(F_Result));
ELSE
  ErrPerf := 'Ok';
END_IF
```

Функция запрашивает название команды и результат ее выполнения. Если результат выполнения успешный возвращает строку «Ok». При ошибке возвращает название команды и код ошибки. Лучше всего вычислять еще текущее время (3.4 Работа с функциями времени контроллера КАПП-82-168) и записывать результат с меткой времени в лог – файл на SD – карту контроллера (3.5 Работа с SD картой контроллера КАПП-82-168).

В глобальных переменных сохраняемой области памяти помещаем переменные указатели (дескрипторы) сокетов клиента и сервера, а так же текущий шаг алгоритма. При таком подходе в процессе изменения алгоритмов с последующей загрузкой в контроллер эти переменные не будут теряться.

```
VAR_GLOBAL RETAIN
  hServSoc, hCliSoc: RTS_IEC_HANDLE;
  Step: INT;
```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
115

**END\_VAR**

Основной цикл программы:

**PROGRAM** PLC\_PRG

**VAR**

```
SocAddrServer, SocAddrClient: SOCKADDRESS;  
SocAddrSize: DINT;  
Port: WORD:= 1315;  
maxConn: UINT:=10;  
F_Result: RTS_IEC_RESULT := CmpErrors.Errors.ERR_FAILED;  
Err: STRING:='Ok';  
ServMessages: STRING:='Hello From Server!!!$R$N';  
RxData: ARRAY [0..254] OF BYTE;  
CliMessages: STRING(255);  
pStr: POINTER TO STRING;  
NumBytesTx, NumBytesRx: DINT;  
ResServ: BOOL:=FALSE;  
i: UINT;
```

**END\_VAR**

**CASE** Global.Step **OF**

0:

```
Global.hServSoc:= SysSockCreate(SOCKET_AF_INET, SOCKET_STREAM,  
SOCKET_IPPROTO_TCP, ADR(F_Result));  
Err:= ErrPerf('SysSockCreate Err: ',F_Result); // обработка  
ошибок  
IF F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN  
SocAddrServer.sin_family:= SOCKET_AF_INET;  
SocAddrServer.sin_port:= SysSockHtons(Port);  
SocAddrServer.sin_addr.ulAddr:= SOCKET_INADDR_ANY;  
F_Result:=SysSockBind(Global.hServSoc,  
ADR(SocAddrServer), sizeof(SOCKADDRESS));  
Err:= ErrPerf('SysSockBind Err: ',F_Result); // обработка  
ошибок  
IF F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN  
F_Result:= SysSockListen(Global.hServSoc, maxConn);  
Err:= ErrPerf('SysSockListen Err: ',F_Result); //  
обработка ошибок  
IF F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN  
Global.Step:= 1;
```

**END\_IF**

**END\_IF**

**ELSE**

Global.Step:= 5;

**END\_IF**

1:

```
Global.hCliSoc:= SysSockAccept(Global.hServSoc,  
ADR(SocAddrClient), sizeof(SOCKADDRESS), ADR(F_Result));  
Err:= ErrPerf('SysSockAccept Err: ',F_Result); // обработка  
ошибок  
IF Global.hCliSoc <> RTS_INVALID_HANDLE AND F_Result =  
CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN  
Global.Step := 2;
```

**ELSE**

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

116

ФорматА4

```

        Global.Step := 4;
    END_IF

2:
    NumBytesTx := SysSockSend(Global.hCliSoc, ADR(ServMessages),
    LEN(ServMessages)+1, 0, ADR(F_Result));
    Err := ErrPerf('SysSockSend Err: ',F_Result); // обработка
    ошибок
    IF NumBytesTx <> 0 AND F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK
    THEN
        Global.Step := 3;
    ELSE
        Global.Step := 4;
    END_IF

3:
    FOR i:=0 TO 254 DO
        RxData[i]:=0;
    END_FOR
    NumBytesRx:= SysSockRecv(Global.hCliSoc, ADR(RxData), 255, 0,
    ADR(F_Result));
    Err:= ErrPerf('SysSockRecv Err: ',F_Result); // обработка
    ошибок
    pStr := ADR(RxData);
    CliMessages := pStr^;
    Global.Step := 4;

4:
    SysSockShutdown(Global.hCliSoc, SOCKET_SD_BOTH); // выключаем
    в ОС сокет, прием и передачу
    SysSockClose(Global.hCliSoc); // закрываем сокет
    IF ResServ THEN
        Global.Step := 5;
        ResServ:= false;
    ELSE
        Global.Step := 1;
    END_IF

5:
    SysSockShutdown(Global.hServSoc, SOCKET_SD_BOTH); // выключаем
    в ОС сокет, прием и передачу
    SysSockClose(Global.hServSoc); // закрываем сокет
    Global.Step := 0;

ELSE
    Global.Step := 0; // если шаг Global.Step принял ошибочное
    значение, обнуляем его и переходим к шагу 0
END_CASE

```

В приведенном примере весь цикл программы разбит на шесть шагов. На нулевом шаге (Global.Step=0) создается и настраивается сокет сервера, а так же включается прослушивание входящих соединений. Этот шаг выполняется только 1 раз при включении или при получении команды сброса сервера (ResServ = TRUE). Шаги с первого по четвертый являются основным циклом. На первом шаге принимается входящее соединение, на втором шаге отсылается приветственное сообщение клиенту, на третьем

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
117

шаге принимается от него входящее сообщение и наконец, на четвертом шаге выключается и закрывается сокет клиента. Далее цикл начинается заново с первого шага, при условии, отсутствия команды на сброс сервера. Если была команда на сброс сервера, выполняется шаг пятый, в котором закрывается сокет сервера и далее программа выполняется с нулевого шага.

**Важно!!! Приемный буфер (RxData) представляет из себя массив байтов (ARRAY [0..254] OF BYTE). Перед приемом данных массив обнуляется, после чего по указателю данные переносятся в строку (CliMessages). Размер буфера и размер строки совпадают.**

Обратите внимание, что в конце приветственного сообщения сервера содержатся символы перевода строки (\$R) и возврата каретки (\$N), для более наглядного отображения обмена в диалоговом окне клиента.

В качестве клиента для примера, можно использовать программное обеспечение SocketTest (рисунок 115).

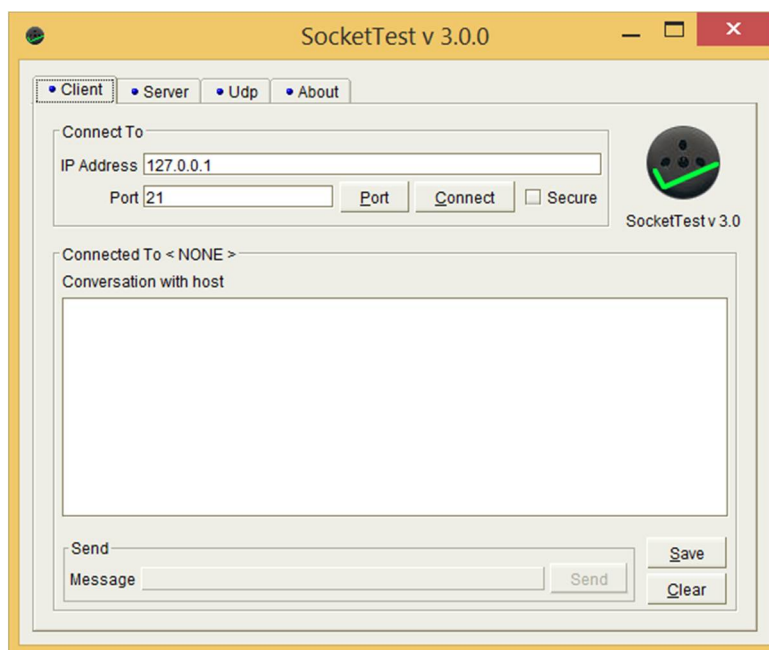


Рисунок 115 – Общий вид ПО SocketTest, вкладка «Клиент»

Для его использования в качестве клиента достаточно указать в поле IP Address вместо 127.0.0.1 адрес сервера (в нашем случае 192.168.20.222), а в поле Port – порт сервера (в нашем случае 1315). После этого необходимо нажать кнопку «Connect» (Подключить) (рисунок 116).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

118

Формат А4

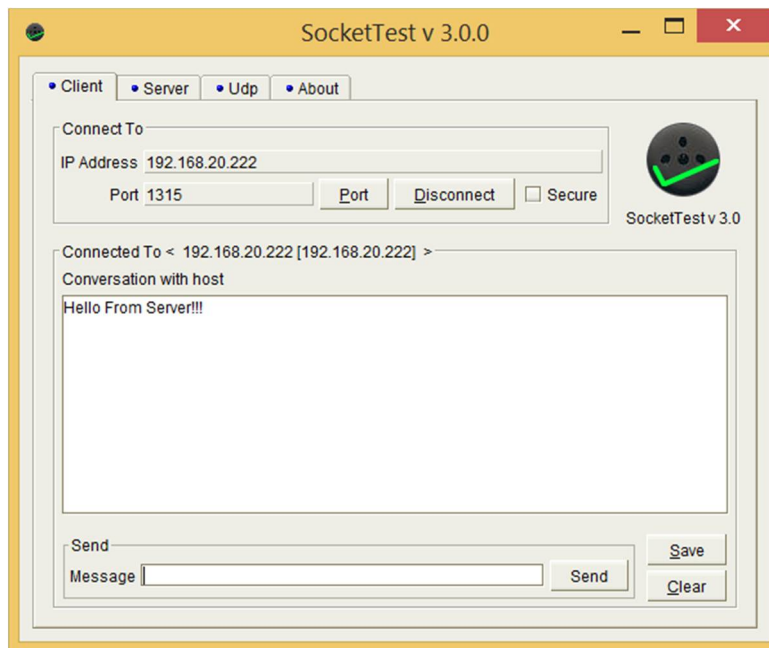


Рисунок 116 – Общий вид ПО SocketTest после подключения к серверу

Обратите внимание в поле Connected To (Подключено к), появился IP – адрес сервера. В диалоговое окно Conversation with host (Диалог с сервером) пришло сообщение от сервера «Hello From Server!!!». Для передачи сообщения серверу необходимо набрать его в поле Message (Сообщение) и нажать кнопку «Send» (Отправить). После этого сервер разорвет соединение согласно алгоритму.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
119



### 3.7.1 Работа Клиента

Работа клиента несколько отличается от работы сервера. Так же как и в случае сервера, клиенту необходимо создать сокет командой SysSockCreate. Далее указать параметры сервера, к которому необходимо подключиться. Для определения IP – адрес сервера в формате UDINT структуры SOCKADDRESS, можно воспользоваться функцией SysSockInetAddr (таблица 41).

Таблица 41 – Описание функции SysSockInetAddr

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockInetAddr	RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)
Input	szIPAddress	REFERENCE TO STRING	IP – адрес в формате STRING, который требуется преобразовать
	pInAddr	POINTER TO UDINT	Указатель к переменной типа UDINT (преобразованный IP – адрес для структуры SOCKADDRESS)

Пример использования:

```
F_Result:= SysSockInetAddr(strIPAdrServ,
ADR(SocAddrServer.sin_addr.ulAddr));
```

Далее необходимо соединиться с сервером с помощью функции SysSockConnect (таблица 42).

Таблица 42 – Описание функции SysSockConnect

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SysSockConnect	RTS_IEC_RESULT	Указатель на код ошибки системы Runtime (см. VAR_GLOBAL CONSTANT, Errors библиотеки CmpErrors)
Input	hSocket	RTS_IEC_HANDLE	Указатель (дескриптор) на сокет созданный на стороне клиента
	pSockAddr	POINTER TO SOCKADDRESS	Указатель к структуре SOCKADDRESS с настройками сервера
	diSockAddrSize	DINT	Размер структуры SOCKADDRESS сервера

Пример использования:

```
F_Result:= SysSockConnect(Global.hCliSoc, ADR(SocAddrServer),
SIZEOF(SocAddrServer));
```

Обмен информацией между клиентом и сервером осуществляется так же, как и в случае сервера, с помощью функций SysSockRecv и SysSockSend.

Отключение и закрытие сокета клиента осуществляется аналогично серверу, с помощью функций SysSockShutdown и SysSockClose.

Напишем простейший код клиента. Для простоты понимания обойдемся без функции проверки ошибок. Клиент будет подключаться к серверу, принимать от него данные и выдавать ответное сообщение содержащее строку «Принятое сообщение от сервера: » и принятые данные. В случае разрыва соединения клиент будет закрывать сокет, создавать его заново и пытаться подключаться к серверу.

СогласованоСогласов

Взаим. инв. №Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Аналогично серверу переменные дескриптор сокета (hCliSoc) и шаг (Step) поместим в список глобальных переменных сохраняемой области памяти:

```

VAR_GLOBAL RETAIN
    hCliSoc: RTS_IEC_HANDLE;
    Step:INT;
END_VAR

```

Основной цикл клиента:

```

PROGRAM PLC_PRG
VAR
    SocAddrServer: SOCKADDRESS;
    Port: WORD:= 1315;
    strIPadrServ: STRING:= '192.168.20.130';
    F_Result: RTS_IEC_RESULT := CmpErrors.Errors.ERR_FAILED;
    CliMessages: STRING;
    RxData: ARRAY [0..254] OF BYTE;
    ServMessages: STRING(255);
    pStr:POINTER TO STRING;
    NumBytesTx, NumBytesRx: DINT;
    i: UINT;
END_VAR

```

```

CASE Global.Step OF

    0:
        Global.hCliSoc:= SysSockCreate(SOCKET_AF_INET, SOCKET_STREAM,
        SOCKET_IPPROTO_TCP, ADR(F_Result));
        SocAddrServer.sin_family:= SOCKET_AF_INET;
        SocAddrServer.sin_port:= SysSockHtons(Port);
        F_Result:= SysSockInetAddr(strIPadrServ,
        ADR(SocAddrServer.sin_addr.ulAddr));
        F_Result:= SysSockConnect(Global.hCliSoc, ADR(SocAddrServer),
        sizeof(SocAddrServer));
        Global.Step := 1;

    1:
        FOR i:=0 TO 254 DO
            RxData[i]:=0;
        END_FOR
        NumBytesRx:= SysSockRecv(Global.hCliSoc, ADR(RxData), 255, 0,
        ADR(F_Result));
        pStr := ADR(RxData);
        ServMessages := pStr^;
        IF NumBytesRx <> 0 AND F_Result = CmpErrors.Errors.ERR_OK THEN
            Global.Step := 2;
        ELSE
            Global.Step := 3;
        END_IF

    2:
        CliMessages:= CONCAT('Принятое сообщение от сервера: ',
        ServMessages);
        NumBytesTx:= SysSockSend(Global.hCliSoc, ADR(CliMessages),

```

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
121

```
LEN(CliMessages)+1, 0, ADR(F_Result));
Global.Step := 1;
```

**3:**

```
SysSockShutdown(Global.hCliSoc, SOCKET_SD_BOTH); // выключаем
в ОС сокет, прием и передачу
SysSockClose(Global.hCliSoc); // закрываем сокет
Global.Step := 0;
```

**ELSE**

```
Global.Step := 0; // если шаг Global.Step принял ошибочное
значение, обнуляем его и переходим к шагу 0
```

**END\_CASE**

В рассмотренном примере наше номер один проверяется количество принятых данных и успешность выполнения функции приема. В случае успеха далее выполняется второй шаг, иначе переходим к шагу номер 3, где сокет выключается и закрывается, а затем создается новый. Во втором шаге обрабатывается принятое сообщение, отправляется ответная посылка. После этого клиент снова ожидает данные от сервера.

В качестве сервера для примера, можно так же использовать программное обеспечение SocketTest (рисунок 117).

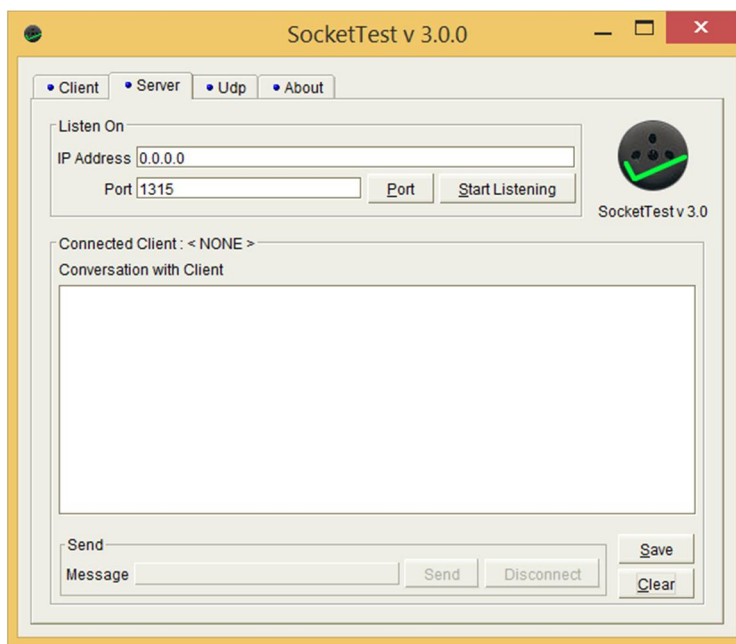


Рисунок 117 – Общий вид ПО SocketTest, вкладка «Сервер»

На данной вкладке необходимо указать порт сокета (в нашем случае 1315) и нажать кнопку «Start Listening» (Начать прослушивание). После запуска сервера и подключения к нему клиента в диалоговом окне появятся соответствующие сообщения (рисунок 118).

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

122

Формат А4

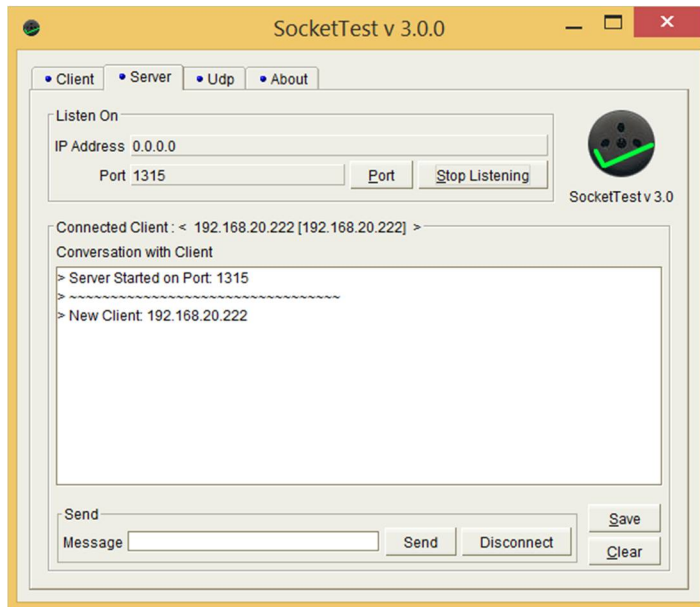


Рисунок 118 – Общий вид ПО SocketTest, вкладка «Сервер» после подключения клиента

Так же после подключения клиента разблокируется меню «Send» (Отправка сообщений). Для передачи сообщения клиенту необходимо набрать его в поле Message (Сообщение) и нажать кнопку «Send» (Отправить). После этого клиент, согласно алгоритму, обработает полученное сообщение и пришлет ответ содержащий строку «Принятое сообщение от сервера: » и принятые данные (рисунок 119).

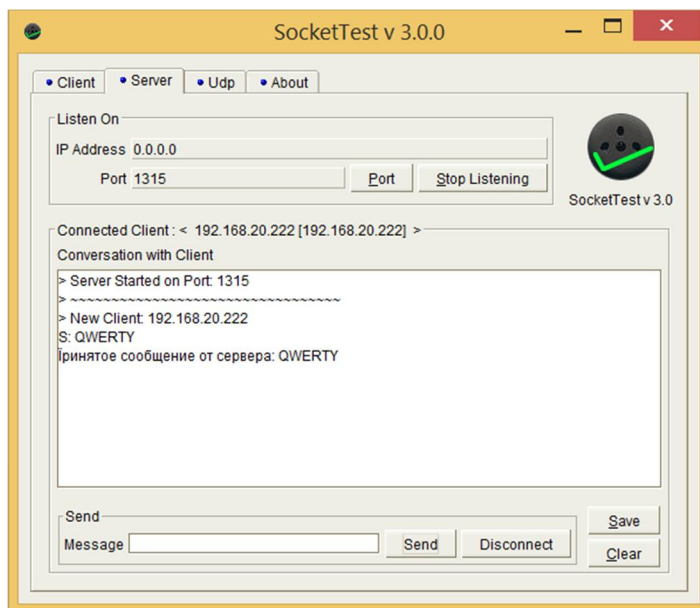


Рисунок 118 – Общий вид ПО SocketTest, вкладка «Сервер» после отправки сообщения «QWERTY» клиенту

Согласовано					
Инь. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв. №		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 4 Техническое обслуживание

### 4.1 Общие указания

В целях обеспечения правильной и безопасной эксплуатации обслуживающий персонал должен пройти производственное обучение на рабочем месте. В процессе обучения персонал должен быть ознакомлен в объеме, необходимом для данной должности, с назначением, техническими данными, работой и устройством контроллера, с порядком подготовки и включения контроллера в работу и другими требованиями данного руководства.

### 4.2 Меры безопасности

По способу защиты от поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0 контроллеры с номинальным напряжением питания 24 В постоянного тока относятся к классу III.

При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

Любые подключения к контроллеру и работы по его техническому обслуживанию производятся только при отключенном питании контроллера и подключенных к контроллеру устройств.

Не допускается работа контроллера с открытой крышкой.

Подключение и техническое обслуживание контроллера должны производиться только квалифицированными специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации.

При обнаружении неисправностей, необходимо отключить контроллер от электрической сети и произвести замену прибора.

Запрещается эксплуатирование контроллера с имеющимися неисправностями.

### 4.3 Порядок технического обслуживания изделия

Для обеспечения нормальной работы контроллера рекомендуется выполнять в установленные сроки, следующие мероприятия:

#### В ПЕРИОД НАЛАДКИ

Проверять правильность функционирования контроллеров в составе средств управления по показаниям контрольно-измерительных приборов, фиксирующих протекание регулируемых технологических процессов, или с помощью SCADA систем.

#### ЕЖЕМЕСЯЧНО

- очищать корпус и клеммные колодки прибора от пыли, грязи и посторонних предметов;
- проверять качество крепления контроллера на DIN-рейке;
- проверять качество подключения внешних связей.

Обнаруженные при осмотре недостатки следует немедленно устранить.

#### В ПЕРИОД КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ И ПОСЛЕ РЕМОНТА КОНТРОЛЛЕРА

Производить проверку технического состояния и измерения параметров контроллера в лабораторных условиях.

Согласовано					
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв. №		

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

124

#### 4.4 Консервация

Перед упаковыванием контроллер должен пройти консервацию согласно требованиям ГОСТ 9.014-78.

Консервацию проводить по варианту защиты ВЗ-10. Вариант внутренней упаковки - ВУ-5.

Срок защиты без переконсервации – один год.

#### 5 Хранение

Условия хранения контроллера приведены в таблице 2. (пункт 1.2.1)

Срок хранения в упаковке изготовителя - 1 год.

#### 6 Транспортирование

Условия транспортирования контроллера приведены в таблице 2.

Контроллер, упакованный в транспортную тару, может транспортироваться железнодорожным транспортом без ограничения скорости и расстояния, автомобильным транспортом на расстоянии не более: 4000 км по шоссе; 1000 км по грунтовым дорогам; 300 км по бездорожью.

При транспортировании воздушным транспортом груз должен быть помещен в герметизированный отсек. Контроллеры, упакованные в транспортную тару, должны храниться в отапливаемом или неотапливаемом помещении.

#### 7 Утилизация

После вывода из эксплуатации и демонтажа, изделие подлежит ликвидации (в том числе утилизации и захоронению) в установленном порядке ГОСТ Р 52108-2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения».

Образующиеся при ликвидации изделия отходы соответствуют 5 классу опасности. Особых требований к обращению с образовавшимися отходами не предъявляется.

Согласовано					
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв. инв.		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

125

## 8 Гарантийные обязательства

ООО «АСУ ПРО» (далее по тексту - Изготовитель) гарантирует работоспособность контроллера и его качество (соответствие требованиям ТУ 42 5200-005-73619730-2015) при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных настоящим руководством.

Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев с момента ввода контроллера в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента продажи.

Гарантийный срок хранения контроллера в упаковке Изготовителя – 1 год.

В рамках настоящих гарантий Изготовитель обязуется осуществить ремонт во взаимосогласованные сроки любой и каждой неисправности оборудования, за исключением нижеуказанных случаев.

Изготовитель не несет гарантийных обязательств, если контроллер:

- имеет механические повреждения;
- хранился или транспортировался с нарушением правил, указанных в настоящем руководстве или четко оговоренных иным образом (в заключенном Договоре, технической документации и т.д.);
- поврежден в процессе установки (монтажа);
- модифицирован, изменен или восстановлен без письменного согласия Изготовителя;
- установлен или эксплуатируется с нарушением требований настоящего руководства;
- поврежден, изношен или разрушен из-за использования не по назначению или вследствие небрежного обращения во время эксплуатации;
- при эксплуатации контроллера использовались некачественные и/или несоответствующие расходные материалы;
- утрачен или поврежден вследствие действий третьих лиц или в результате наступления обстоятельств непреодолимой силы.

Действие гарантийных обязательств Изготовителя распространяется на неисправности, установленные в течение гарантийного периода, если уведомление об этих неисправностях отправлено Потребителем Изготовителю в письменном виде в течение тридцати календарных дней с момента обнаружения предполагаемого дефекта. Датой подачи уведомления считается дата почтового отправления.

Для осуществления гарантийного ремонта или замены контроллера в течение указанного выше гарантийного срока, Потребитель, после письменного уведомления Изготовителя, должен отправить контроллер с паспортом и кратким описанием неисправности в офис Изготовителя в г. Оренбург, либо в другое, указанное Изготовителем место.

Адрес офиса Изготовителя:

460000, г. Оренбург, ул. Черепановых, д. 7, ООО «АСУ ПРО»

тел/факс: (3532) 68-90-88 доб. 195, e-mail: irn@asupro.ru

По согласованию сторон, возможен гарантийный ремонт контроллера на объекте. В этом случае Потребитель направляет письменный запрос Изготовителю на вызов специалиста. В запросе должен быть кратко описан предполагаемый дефект контроллера для выявления причины дефекта и закупки необходимых запасных частей.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

126

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

## Общий вид контроллера КАПП-82-168



Согласовано


Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

127

Формат А4



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

### Сигналы светодиодного индикатора ПЛК КАПП 82-168

Сигнал	Описание
	Штатный режим работы, ПЛК прошел тест, и запустил среду исполнения CODESYS
	ПЛК прошел тест, файл пользовательской программы CODESYS отсутствует на карте памяти
	Запуск среды исполнения CODESYS или сервисный режим работы, при подключении сервисного по «АТ КАПП»
	Неисправность microSD карты, или порта SDIO
	Неисправность ОЗУ ПЛК. Память не прошла тест
	Аппаратный сбой МК ПЛК (Hard fault stop)
	Ошибка управления памятью / ошибка арбитража шины / прочие ошибки оборудования. UsageFault / BusFault / MemManageFault
	Не стартовало ядро МК (CortexM), при условии наличия питания
	Ошибка FreeRTOS, невозможно выделить память для новой/существующей задачи, переполнение стека

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

128

Формат А4

	Идет прошивка ПЛК новой микропрограммой с SD карты (мерцание с высокой частотой)
	Аппаратный сбой загрузчика, не прошла инициализация какого-либо оборудования (RCC, SD-карта) (2 коротких, 1 длинный сигнал)

Согласовано				
Согласовано				
Согласовано				
Согласовано				
Согласовано				

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4
--------------------------------------

Лист
129

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

### Функции чтения и записи в режиме ведомого

#### Работа с флагами(Coils)

FUNCTION **GetCoil** : BOOL – Получить значение флага

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetCoil	BOOL	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес флага
Output	result	<u>ModbusError</u>	Результат выполнения операции

FUNCTION **GetCoils** : ModbusError – Получить значения флагов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetCoils	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес первого флага
	count	UINT	Количество флагов
	values	POINTER TO BOOL	Массив флагов, должен быть [0..count-1]

FUNCTION **SetCoil** : ModbusError – Установить значение флага

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetCoil	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес флага
	value	BOOL	Значение для установки

FUNCTION **SetCoils** : ModbusError – Установить значения флагов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetCoils	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес флага
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO BOOL	Массив флагов, должен быть [0..count-1]

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

130

ФорматА4

## Работа с дискретными входами (Discrete Inputs)

**FUNCTION GetDiscreteInput** : BOOL – Получить значение дискретного входа

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetDiscreteInput	BOOL	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес дискретного входа
Output	result	<u>ModbusError</u>	Результат выполнения операции

**FUNCTION GetDiscreteInputs** : ModbusError – Получить значения дискретных входов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetDiscreteInputs	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес первого дискретного входа
	count	UINT	Количество дискретных входов
	values	POINTER TO BOOL	Массив дискретных входов, должен быть [0..count-1]

**FUNCTION SetDiscreteInput** : ModbusError – Установить значение дискретного входа

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetDiscreteInput	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес дискретного входа
	value	BOOL	Значение для установки

**FUNCTION SetDiscreteInputs** : ModbusError – Установить значения дискретных входов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetDiscreteInputs	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес дискретного входа
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO BOOL	Массив дискретных входов, должен быть [0..count-1]

## Работа с регистрами хранения (Holding Registers)

**FUNCTION GetHoldingRegister** : UINT – Получить значение регистра хранения

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetHoldingRegister	UINT	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
131

Output	result	<u>ModbusError</u>	Результат выполнения операции
--------	--------	--------------------	-------------------------------

FUNCTION **GetHoldingRegisters** : ModbusError – Получить значения регистров хранения

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetHoldingRegisters	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес первого регистра
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO UINT	Массив регистров хранения, должен быть [0..count-1]

FUNCTION **SetHoldingRegister** : ModbusError – Установить значение регистра хранения

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetHoldingRegister	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра
	value	UINT	Значение для установки

FUNCTION **SetHoldingRegisters** : ModbusError – Установить значения регистров хранения

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetHoldingRegisters	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO UINT	Массив регистров хранения, должен быть [0..count-1]

### Работа с регистрами ввода (Input Registers)

FUNCTION **GetInputRegister** : UINT – Получить значение входного регистра

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetInputRegister	UINT	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра
Output	result	<u>ModbusError</u>	Результат выполнения операции

FUNCTION **GetInputRegisters** : ModbusError – Получить значения входных регистров

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	GetInputRegisters	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

132

Формат А4

Input	address	UINT	Адрес первого регистра
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO UINT	Массив входных регистров, должен быть [0..count-1]

FUNCTION **SetInputRegister** : ModbusError – Установить значение входного регистра

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetInputRegister	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра
	value	UINT	Значение для установки

FUNCTION **SetInputRegisters** : ModbusError – Установить значения входных регистров

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	SetInputRegisters	<u>ModbusError</u>	
Inout	mapping	<u>ModbusMapping</u>	Таблица регистров Modbus
Input	address	UINT	Адрес регистра
	count	UINT	Количество регистров
	values	POINTER TO UINT	Массив входных регистров, должен быть [0..count-1]

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

133

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

## Функции настройки портов в режиме ведущего

**FUNCTION ModbusNewRtu:** ModbusError – Создать контекст Modbus RTU

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusNewRtu	ModbusError	
Input	port	BYTE	Номер последовательного порта
	baudrate	UDINT	Скорость последовательного порта
	parity	ModbusParity	Чётность
	dataBits	ModbusDataBits	Количество битов данных
	stopBits	ModbusStopBits	Количество стоп-битов
Output	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

**FUNCTION ModbusNewTcp:** ModbusError – Создать контекст Modbus TCP

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusNewTcp	ModbusError	
Input	ip	STRING	IP-адрес
	port	DINT	Порт
Output	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

**FUNCTION ModbusConnect:** ModbusError – Установить соединение Modbus

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusConnect	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

**FUNCTION ModbusClose:** ModbusError – Закрыть подключение Modbus

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusConnect	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

**FUNCTION ModbusSetSlave:** ModbusError – Установить номер вторичного устройства Modbus (Slave ID)

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusSetSlave	ModbusError	
Input	slaveId	DINT	Номер вторичного устройства Modbus (Slave ID)
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

**FUNCTION ModbusSetResponseTimeout:** ModbusError – Установить время таймаута ответа от сервера

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ModbusSetResponseTimeout	ModbusError	
Input	sec	UDINT	Секунды
	usec	UDINT	Микросекунды
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
134

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(Обязательное)

## Функции чтения и записи в режиме ведущего

**FUNCTION ReadCoils** : ModbusError – Прочитать значения флагов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ReadCoils	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для чтения
	buffer	UDINT	Буфер для приёма данных ADR (ARRAY OF SINT)

**FUNCTION ReadDiscreteInputs**: ModbusError – Прочитать значения дискретных входов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ReadDiscreteInputs	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для чтения
	buffer	UDINT	Буфер для приёма данных ADR (ARRAY OF SINT)

**FUNCTION ReadHoldingRegisters**: ModbusError – Прочитать значения регистров хранения

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ReadHoldingRegisters	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для чтения
	buffer	UDINT	Буфер для приёма данных ADR (ARRAY OF UINT)

**FUNCTION ReadInputRegisters**: ModbusError – Прочитать значения входных регистров

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	ReadInputRegisters	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для чтения
	buffer	UDINT	Буфер для приёма данных ADR (ARRAY OF UINT)

**FUNCTION WriteCoil**: ModbusError – Записать значение флага

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	WriteCoil	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес регистра
	value	UINT	Значение для записи

**FUNCTION WriteCoils**: ModbusError – Записать значения флагов

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	WriteCoils	ModbusError	

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4



Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для записи
	values	UDINT	Значения для записи ADR(ARRAY OF SINT)

**FUNCTION WriteHoldingRegister: ModbusError – Записать значение регистра хранения**

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	WriteHoldingRegister	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес регистра
	value	UINT	Значение для записи

**FUNCTION WriteHoldingRegisters: ModbusError – Записать значения флагов**

Область	Имя	Тип	Комментарий
Return	WriteHoldingRegisters	ModbusError	
Inout	context	ModbusContext	Контекст библиотеки Modbus
Input	address	UDINT	Адрес первого регистра
	count	UDINT	Количество регистров для записи
	values	UDINT	Значения для записи ADR(ARRAY OF UINT)

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

136

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(Обязательное)

### Функции преобразования чисел с плавающей точкой для передачи по протоколу Modbus

FUNCTION **GetFloatABCD** : REAL – Преобразование двух регистров в число с плавающей точкой без перестановки

Область	Имя	Тип
Return	GetFloatABCD	REAL
Inout	values	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **GetFloatBADC** : REAL – Преобразование двух регистров в число с плавающей точкой с перестановкой байтов

Область	Имя	Тип
Return	GetFloatBADC	REAL
Inout	values	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **GetFloatCDAB** : REAL – Преобразование двух регистров в число с плавающей точкой с перестановкой слов

Область	Имя	Тип
Return	GetFloatCDAB	REAL
Inout	values	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **GetFloatDCBA** : REAL – Преобразование двух регистров в число с плавающей точкой с перестановкой байтов и слов

Область	Имя	Тип
Return	GetFloatDCBA	REAL
Inout	values	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **SetFloatABCD** : ModbusError – Преобразование числа с плавающей точкой в два регистра в без перестановки

Область	Имя	Тип
Return	SetFloatABCD	<u>ModbusError</u>
Input	value	REAL
Inout	registers	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **SetFloatBADC** : ModbusError – Преобразование числа с плавающей точкой в два регистра с перестановкой байтов

Область	Имя	Тип
Return	SetFloatBADC	<u>ModbusError</u>
Input	value	REAL
Inout	registers	ARRAY [0..1] OF UINT

Согласовано/Согласов

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

137

ФорматА4

FUNCTION **SetFloatCDAB** : ModbusError – Преобразование числа с плавающей точкой в два регистра с перестановкой слов

Область	Имя	Тип
Return	SetFloatCDAB	<u>ModbusError</u>
Input	value	REAL
Inout	registers	ARRAY [0..1] OF UINT

FUNCTION **SetFloatDCBA** : ModbusError – Преобразование числа с плавающей точкой в два регистра с перестановкой байтов и слов

Область	Имя	Тип
Return	SetFloatDCBA	<u>ModbusError</u>
Input	value	REAL
Inout	registers	ARRAY [0..1] OF UINT

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
138

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(Обязательное)

## Синхронизации часов реального времени с ПК с помощью сервисного ПО Caltester.exe

Запускаем приложение сервисное ПО Caltester.exe. В открывшемся окне указываем IP – адрес контроллера, IP – адрес сервисного ПЛК указываем как 127.0.0.1 (так называемый, «локальный хост», по смыслу – этот компьютер). Далее необходимо кликнуть правой кнопкой мыши для вызова меню по красному круглому значку в блоке IP – адрес калибруемого ПЛК, (рисунок Ж1)

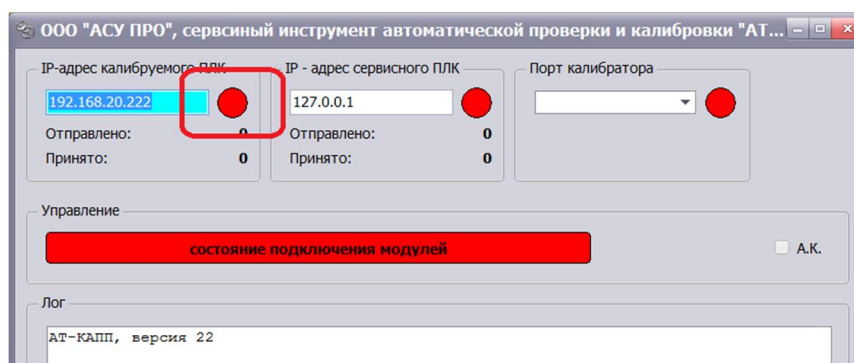


Рисунок Ж1 – Общий вид сервисного ПО Caltester.exe

В открывшемся меню выбрать пункт «Инициализация и время...». После чего в открывшемся окне базовой инициализации ПЛК нажать кнопку «Синхронизировать время с ПК» (рисунок Ж2).

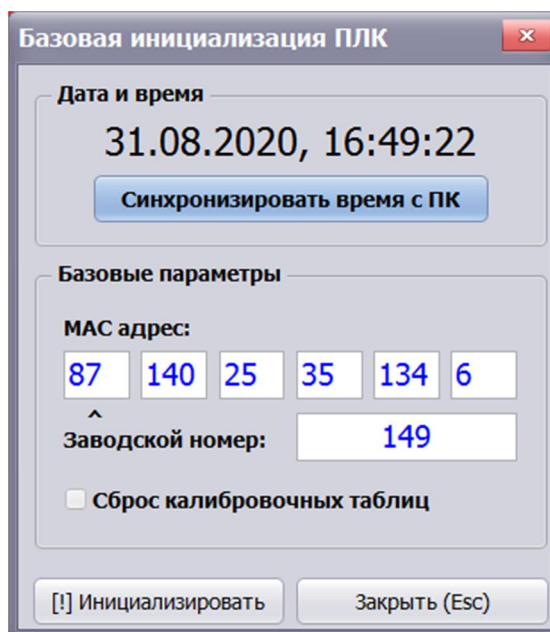


Рисунок Ж2 – Окно базовой инициализации ПЛК

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

139

Формат А4

После данной процедуры в логе появится сообщение об успешной синхронизации времени (рисунок Ж3)

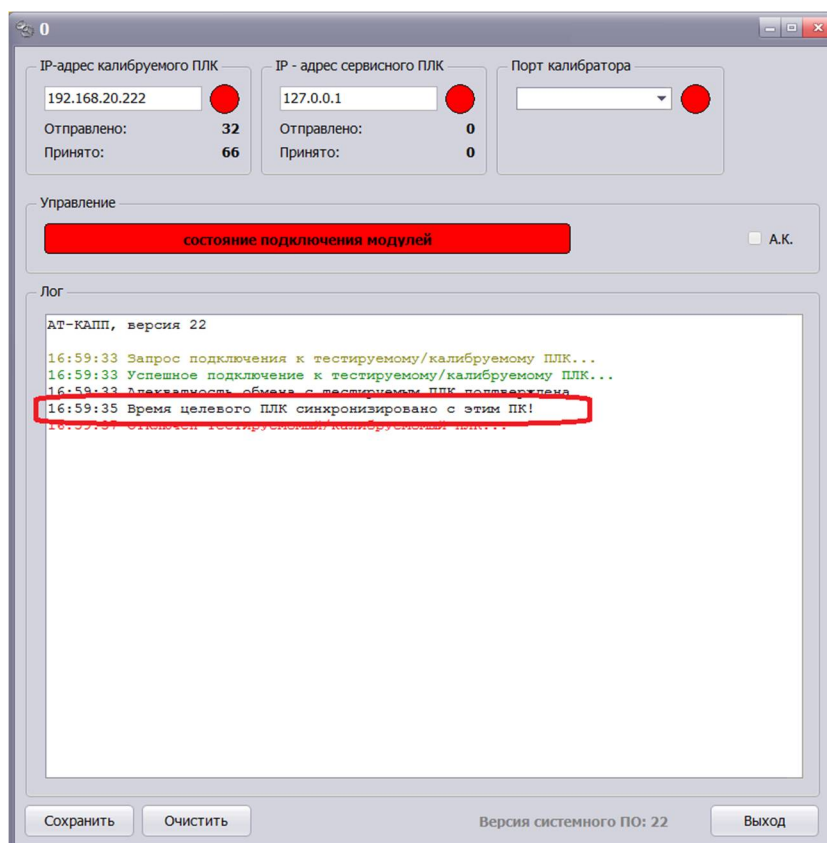


Рисунок Ж3 – Лог сервисного ПО Caltester.exe

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

140

Формат А4

# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(Обязательное)

## Формуляр согласования реализации протокола МЭК 60870-5-104

Выбранные параметры обозначаются в белых прямоугольниках следующим образом:

	Функция или ASDU не используется.
X	Функция или ASDU используется, как указано в стандарте (по умолчанию).
R	Функция или ASDU используется в обратном режиме.
B	Функция или ASDU используется в стандартном и обратном режимах .

Возможный выбор (пустой, X, R или B) определяется для каждого пункта или параметра. Черный прямоугольник указывает на то, что опция не может быть выбрана в стандарте МЭК 60870-5-104.

### Б.1 Система или устройство

(Параметр, характерный для системы; указывает на определение системы или устройства, маркируя один из нижеследующих прямоугольников знаком "X")

	Определение системы.
	Определение контролирующей станции (Ведущий, Мастер).
X	Определение контролируемой станции (Ведомый, Слэйв).

### Б.2 Конфигурация сети

(Параметр, характерный для сети; все используемые структуры должны маркироваться знаком "X").

	<del>Точка-точка</del>		<del>Магистральная</del>
	<del>Радиальная точка-точка</del>		<del>Многоточечная радиальная</del>

### Б.3 Физический уровень

(Параметр, характерный для сети; все используемые интерфейсы и скорости передачи данных маркируются знаком "X").

#### Скорости передачи (направление управления)

Несимметричные цепи обмена V.24 [3], V.28 [5]; стандартные	Несимметричные цепи обмена V.24 [1], V.28 [5]; Рекомендуются при скорости более 1200 бит/с	Симметричные цепи обмена X.24[6], X.27[7]	
100 бит/с	2400 бит/с	2400 бит/с	56000 бит/с
200 бит/с	4800 бит/с	4900 бит/с	64000 бит/с
300 бит/с	9600 бит/с	9600 бит/с	
600 бит/с		19200 бит/с	
1200 бит/с		38400 бит/с	

Согласовано			
Взаим. инв.			
№Взаим. инв.			
Подп. и дата			
Инд. № подл.			

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	73619730.425200.005 РЭ модификация 4	Лист
							141

**Скорости передачи (направление контроля)**

Несимметричные цепи обмена V.24 [3], V.28 [5]; стандартные		Несимметричные цепи обмена V.24 [1], V.28 [5]; Рекомендуются при скорости более 1200 бит/с		Симметричные цепи обмена X.24[6], X.27[7]	
	100 бит/с		2400 бит/с		2400 бит/с
	200 бит/с		4800 бит/с		4900 бит/с
	300 бит/с		9600 бит/с		9600 бит/с
	600 бит/с				19200 бит/с
	1200 бит/с				38400 бит/с

**Б.4 Канальный уровень**

(Параметр, характерный для сети; все используемые опции маркируются знаком X.) Указывают максимальную длину кадра. Если применяется нестандартное назначение для сообщений класса 2 при небалансной передаче, то указывают Type ID (или Идентификаторы типа) и COT (Причины передачи) всех сообщений, приписанных классу 2.

~~В настоящем стандарте используются только формат кадра FT 1.2, управляющий символ 1 и фиксированный интервал времени ожидания.~~

Передача по каналу		Адресное поле канального уровня	
	Балансная передача		Отсутствует (только при балансной передаче)
	Небалансная передача		Один байт
Длина кадра		Два байта	
	Максимальная длина L (число байтов)		Структурированное
			Неструктурированное

При использовании небалансного канального уровня следующие типы ASDU возвращаются при сообщениях класса 2 (низкий приоритет) с указанием причин передачи:

~~Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом~~

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи
9,11,13,21	<1>

~~Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом:~~

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Примечание— При ответе на опрос данных класса 2 контролируемая станция может посылать в ответ данные класса 1, если нет доступных данных класса 2.

### Б.5 Прикладной уровень

#### Режим передачи прикладных данных

В настоящем стандарте используется только режим 1 (первым передается младший байт), как определено в 4.10 ГОСТ Р МЭК 870-5-5.

#### Общий адрес ASDU

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

	Один байт	X	Два байта
--	-----------	---	-----------

#### Адрес объекта информации

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

	Один байт		Структурированный
	Два байта	X	Неструктурированный
X	Три байта		

#### Причина передачи

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

	Один байт	X	Два байта (с адресом источника). Если адрес источника не используется, то он устанавливается в 0.
--	-----------	---	--

#### Длина APDU

(Параметр, характерный для системы и устанавливающий максимальную длину APDU в системе).

Максимальная длина APDU равна 253 (по умолчанию). Максимальная длина может быть уменьшена для системы.

253	Максимальная длина APDU для системы.
-----	--------------------------------------

#### Выбор стандартных ASDU

##### Информация о процессе в направлении контроля

(Параметр, характерный для станции; каждый Type ID маркируется знаком X, если используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	<1>	:= Одноэлементная информация	M_SP_NA_1
	<2>	:= Одноэлементная информация с меткой времени	M_SP_TA_1
	<3>	:= Двухэлементная информация	M_DP_NA_1
	<4>	:= Двухэлементная информация с меткой времени	M_DP_TA_1
	<5>	:= Информация о положении отпаек	M_ST_NA_1
	<6>	:= Информация о положении отпаек с меткой времени	M_ST_TA_1
	<7>	:= Строка из 32 бит	M_BO_NA_1
	<8>	:= Строка из 32 бит с меткой времени	M_BO_TA_1

Согласовано					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



	<9>	:= Значение измеряемой величины, нормализованное значение	M_ME_NA_1
	<10>	:= Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени	M_ME_TA_1
	<11>	:= Значение измеряемой величины, масштабированное значение	M_ME_NB_1
	<12>	:= Значение измеряемой величины, масштабированное значение с меткой времени	M_ME_TB_1
X	<13>	:= Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	M_ME_NC_1
	<14>	:= Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени	M_ME_TC_1
	<15>	:= Интегральные суммы	M_IT_NA_1
	<16>	:= Интегральные суммы с меткой времени	M_IT_TA_1
	<17>	:= Действие устройств защиты с меткой времени	M_EP_TA_1
	<18>	:= Упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени	M_EP_TB_1
	<19>	:= Упакованная информация о срабатывании выходных цепей устройства защиты с меткой времени	M_EP_TC_1
	<20>	:= Упакованная одноэлементная информация с определением изменения состояния	M_SP_NA_1
	<21>	:= Значение измеряемой величины, нормализованное значение без описателя качества	M_ME_ND_1
X	<30>	:= Одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2a	M_SP_TB_1
	<31>	:= Двухэлементная информация с меткой времени CP56Время2a	M_DP_TB_1
	<32>	:= Информация о положении отпаяк с меткой времени CP56Время2a	M_ST_TB_1
	<33>	:= Строка из 32 бит с меткой времени CP56Время2a	M_BO_TB_1
	<34>	:= Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TD_1
	<35>	:= Значение измеряемой величины, масштабированное значение с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TE_1
X	<36>	:= Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TF_1
	<37>	:= Интегральные суммы с меткой времени CP56Время2a	M_IT_TB_1
	<38>	:= Действие устройств защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TD_1
	<39>	:= Упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TE_1
	<40>	:= Упакованная информация о срабатывании выходных цепей устройства защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TF_1

Используются ASDU либо из набора <2>, <4>, <6>, <8>, <10>, <12>, <14>, <16>, <17>, <18>, <19>, либо из набора от <30> до <40>.

Согласовано

Инов. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. №Взаим. инв.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### Информация о процессе в направлении управления

(Параметр, характерный для станции; каждый Type ID маркируется знаком X, если используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	<45>	:= Однопозиционная команда	C_SC_NA_1
	<46>	:= Двухпозиционная команда	C_DC_NA_1
	<47>	:= Команда пошагового регулирования	C_RC_NA_1
	<48>	:= Команда уставки, нормализованное значение	C_SE_NA_1
	<49>	:= Команда уставки, масштабированное значение	C_SE_NB_1
X	<50>	:= Команда уставки, короткий формат с плавающей запятой	C_SE_NC_1
	<51>	:= Строка из 32 бит	C_BO_NA_1
X	<58>	:= Однопозиционная команда с меткой времени CP56Время2а	C_SC_TA_1
	<59>	:= Двухпозиционная команда с меткой времени CP56Время2а	C_DC_TA_1
	<60>	:= Команда пошагового регулирования с меткой времени CP56Время2а	C_RC_TA_1
	<61>	:= Команда уставки, нормализованное значение с меткой времени CP56Время2а	C_SE_TA_1
	<62>	:= Команда уставки, масштабированное значение с меткой времени CP56Время2а	C_SE_TB_1
X	<63>	:= Команда уставки, короткое значение с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2а	C_SE_TC_1
	<64>	:= Строка из 32 бит с меткой времени CP56Время2а	C_BO_TA_1

Используются ASDU либо из набора от <45> до <51>, либо из набора от <58> до <64>.

### Информация о системе в направлении контроля

(Параметр, характерный для станции; для маркировки используется знак X)

	<70>	:= Окончание инициализации	M_EI_NA_1
--	------	----------------------------	-----------

### Информация о системе в направлении управления

(Параметр, характерный для станции; каждый Type ID маркируется знаком X, если используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	<100>	:= Команда опроса	C_IC_NA_1
	<101>	:= Команда опроса счетчиков	C_CI_NA_1
	<102>	:= Команда чтения	C_RD_NA_1
X	<103>	:= Команда синхронизации времени (опция, см.7.6)	C_CS_NA_1
	<104>	:= Тестовая команда	C_TS_NA_1
	<105>	:= Команда сброса процесса	C_RP_NA_1
	<106>	:= Команда задержки опроса	C_CD_NA_1
	<107>	:= Тестовая команда с меткой времени CP56Время2а	C_TS_TA_1

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

145

Формат А4

### Передача параметра в направлении управления

(Параметр, характерный для станции; каждый Type ID маркируется знаком X, если используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

<110>	:= Параметр измеряемой величины, нормализованное значение	P_ME_NA_1
<111>	:= Параметр измеряемой величины, масштабированное значение	P_ME_NB_1
<112>	:= Параметр измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	P_ME_NC_1
<113>	:= Активации параметра	P_AC_NA_1

### Пересылка файла

(Параметр, характерный для станции; каждый Type ID маркируется знаком X, если используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

<120>	:= Файл готов	F_FR_NA_1
<121>	:= Секция готова	F_SR_NA_1
<122>	:= Вызов директории, выбор файла, вызов файла, вызов секции	F_SC_NA_1
<123>	:= Последняя секция, последний сегмент	F_LS_NA_1
<124>	:= Подтверждение приема файла, подтверждение приема секции	F_AF_NA_1
<125>	:= Сегмент	F_SQ_NA_1
<126>	:= Директория {пропуск или X; только в направлении контроля (стандартном)}	F_DR_NA_1

### Б.6 Основные прикладные функции

#### Инициализация станции

(Параметр, характерный для станции; если функция используется, то прямоугольник маркируется знаком X)

<input type="checkbox"/>	Удаленная инициализация
--------------------------	-------------------------

#### Циклическая передача данных

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

<input checked="" type="checkbox"/>	Циклическая передача данных
-------------------------------------	-----------------------------

#### Процедура чтения

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

<input type="checkbox"/>	Процедура чтения
--------------------------	------------------

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

146

ФорматА4

### Спорадическая передача

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	Спорадическая передача
---	------------------------

### Дублированная передача объектов информации при спорадической причине передачи

(Параметр, характерный для станции; каждый тип информации маркируется знаком X, если оба типа - Type ID без метки времени и соответствующий Type ID с меткой времени - выдаются в ответ на одиночное спорадическое изменение в контролируемом объекте).

Следующие идентификаторы типа, вызванные одиночным изменением состояния объекта информации, могут передаваться последовательно. Индивидуальные адреса объектов информации, для которых возможна дублированная передача, определяются в проектной документации.

	Одноэлементная информация M_SP_NA_1, M_SP_TA_1, M_SP_TB_1 и M_PS_NA_1
	Двухэлементная информация M_DP_NA_1, M_DP_TA_1 и M_DP_TB_1
	Информация о положении отпаяк M_ST_NA_1, M_ST_TA_1 и M_ST_TB_1
	Строка из 32 бит M_BO_NA_1, M_BO_TA_1 и M_BO_TB_1 (если определено для конкретного проекта)
	Измеряемое значение, нормализованное M_ME_NA_1, M_ME_TA_1, M_ME_ND_1 и M_ME_TD_1
	Измеряемое значение, масштабированное M_ME_NB_1, M_ME_TB_1 и M_ME_TE_1
	Измеряемое значение, короткий формат с плавающей запятой M_ME_NC_1, M_ME_TC_1 и M_ME_TF_1

### Опрос станции

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	Общий				
X	Группа 1	X	Группа 8	X	Группа 15
X	Группа 2	X	Группа 9	X	Группа 16
X	Группа 3	X	Группа 10	Адреса объектов информации, принадлежащих каждой группе, должны быть показаны в отдельной таблице	
X	Группа 4	X	Группа 11		
X	Группа 5	X	Группа 12		
X	Группа 6	X	Группа 13		
X	Группа 7	X	Группа 14		

### Синхронизация времени

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	Синхронизация времени
---	-----------------------

Опционально.

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

147

Формат А4

### Передача команд

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях)

X	Прямая передача команд
X	Прямая передача команд уставки
	Передача команд с предварительным выбором
	Передача команд уставки с предварительным выбором
	Использование C_SE_ACTTERM
X	Нет дополнительного определения длительности выходного импульса
	Короткий импульс (длительность определяется системным параметром на КП)
	Длинный импульс (длительность определяется системным параметром на КП)
	Постоянный выход
	Контроль максимальной задержки (запаздывания) команд телеуправления и команд уставки в направлении управления
	Максимально допустимая задержка команд телеуправления и команд уставки

### Передача интегральных сумм

(Параметр, характерный для станции или объекта; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

	Режим А: Местная фиксация со спорадической передачей
	Режим В: Местная фиксация с опросом счетчика
	Режим С: Фиксация и передача при помощи команд опроса счетчика
	Режим D: Фиксация командой опроса счетчика, фиксированные значения сообщаются спорадически
	Считывание счетчика
	Фиксация счетчика без сброса
	Фиксация счетчика со сбросом
	Сброс счетчика
	Общий запрос счетчиков
	Запрос счетчиков группы 1
	Запрос счетчиков группы 2
	Запрос счетчиков группы 3
	Запрос счетчиков группы 4

### Загрузка параметра

(Параметр, характерный для объекта; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

	Пороговое значение величины
	Коэффициент сглаживания
	Нижний предел для передачи значений измеряемой

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

148

Формат А4

	величины
	Верхний предел для передачи значений измеряемой величины

#### Активация параметра

(Параметр, характерный для объекта; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

	Активация/деактивация постоянной циклической или периодической передачи адресованных объектов
--	---

#### Процедура тестирования

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

X	Процедура тестирования
---	------------------------

#### Пересылка файлов

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется)

#### Пересылка файлов в направлении контроля

	Прозрачный файл
	Передача данных о нарушениях от аппаратуры защиты
	Передача последовательности событий
	Передача последовательности регистрируемых аналоговых величин
	<b>Пересылка файлов в направлении управления</b>
	Прозрачный файл

#### Фоновое сканирование

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

	Фоновое сканирование
--	----------------------

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист

149

Формат А4

### Получение задержки передачи

(Параметр, характерный для станции; маркируется знаком X, если функция используется только в стандартном направлении, знаком R - если используется только в обратном направлении и знаком B - если используется в обоих направлениях).

Получение задержки передачи
-----------------------------

### Определение тайм-аутов

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания	Выбранное значение
t0	10 с	Тайм-аут при установлении соединения	
t1	15 с	Тайм-аут при посылке или тестировании APDU	
t2	10 с	Тайм-аут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными t2<t1	
t3	20 с	Тайм-аут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя	

Максимальный диапазон значений для всех тайм-аутов равен: от 1 до 255 с точностью до 1с.

### Максимальное число k неподтвержденных APDU формата I и последних подтверждающих APDU (w)

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания	Выбранное значение
k	12 APDU	Максимальная разность между переменной состояния передачи и номером последнего подтвержденного APDU	12 APDU
w	8 APDU	Последнее подтверждение после приема w APDU формата I	8 APDU

Максимальный диапазон значений k: от 1 до 32767 = (215-1) APDU с точностью до 1 APDU. Максимальный диапазон значений w: от 1 до 32767 APDU с точностью до 1 APDU (Рекомендация: - значение w не должно быть более двух третей значения k).

### Номер порта

Параметр	Значение	Примечание
Номер порта	2404	Во всех случаях

Согласовано

Взаим. инв.  
№Взаим. инв.

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

73619730.425200.005 РЭ модификация 4

Лист  
150