

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Протокол информационного взаимодействия МЗКТЭ и ЛСУ ЭС**  
**ЭХГ ТПТЭ**

**Б.1 Основные положения и характеристики**

Б.1.1 Взаимодействие МЗКТЭ и ЛСУ ЭС осуществляется по цифровой линии связи и посредством дискретных сигналов.

Б.1.2 МЗКТЭ передает в ЛСУ ЭС обобщенные дискретные выходные сигналы типа «сухой контакт», представленные в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Дискретные выходные сигналы

Наименование	Описание
«Предупреждение»	При снижении напряжения хотя бы одного ТЭ ниже установленного предупредительного порога
«Авария»	При снижении напряжения хотя бы одного ТЭ ниже установленного аварийного порога
«Работа»	При нормальном функционировании МЗКТЭ. Отсутствие сигнала означает аварию самого МЗКТЭ

Дискретные сигналы формируются посредством контактов с коммутирующей способностью не более 0,1 А постоянного тока при напряжении питания 24 В. Тип контактов - нормально открытые.

Б.1.3 Основные параметры цифровой линии связи приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Параметры цифровой линии связи

Наименование параметра	Значение
1 Интерфейс линии связи	RS-485
2 Топология канала	Магистральная
3 Физический уровень	Экранированная витая пара с проводником выравнивания потенциалов
4 Протокол обмена	Стандарт Modbus RTU (спецификация версии 1.1b)
5 Ведущее устройство (master)	ЛСУ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛКБИ.468262.001РЭ

Лист

29

Продолжение таблицы Б.2

Наименование параметра	Значение
6 Ведомое устройство (slave)	МЗКТЭ
7 Диапазон сетевых адресов	1-247
8 Система кодировки	Восьмибитовая двоичная
9 Контроль четности	Отсутствует (по умолчанию)
10 Количество стоп-битов	1 (по умолчанию)
11 Скорость обмена	31,25 кбит/с (по умолчанию)
Пр и м е ч а н и е - Значения параметров 9-11 могут быть изменены по результатам настройки и совместных испытаний.	

Б.1.4 Суммарно МЗКТЭ контролирует напряжения 340 ТЭ и физически состоит из четырех независимых плат КТЭ, которые позволяют контролировать отдельный сегмент БТЭ, состоящий из 85 ТЭ. Чтобы получить информацию по всем ТЭ ЛСУ ЭС должна опросить каждую плату КТЭ, имеющую свой сетевой адрес.

Б.1.5 Подключение МЗКТЭ к цифровой линии связи осуществляется в соответствии со схемой электрической подключения ЛКБИ.468262.001Э5 через контакты А3:ХТ3.1-А3:ХТ3.3.

Б.1.6 Если МЗКТЭ не является конечным устройством на линии, то МЗКТЭ также может быть подключен к следующему сетевому устройству через контакты А3:ХТ3.4-А3:ХТ3.6.

Б.1.7 Если МЗКТЭ является конечным устройством на линии, то необходимо между концами витой пары установить согласующее сопротивление (терминальный резистор). Для этого на плате КТЭ А9 и плате соединительной А3 установить переключатели SA1, SA3 и SA1, SA2 соответственно в положение «RS485 120 Ом».

Б.1.8 Сетевой адрес каждой платы должен быть уникальным и находиться в диапазоне, указанном в таблице Б.2. Иначе плата КТЭ перестает участвовать в сетевом обмене и реагировать на запросы ведущего.

Б.1.9 Сетевой адрес каждой платы КТЭ при снятом питании задается в двоичном виде с помощью восьмиразрядного переключателя, установленного на ней.

Б.1.10 Сетевой адрес также может быть задан посредством записи соответствующего регистра (регистр адреса) платы КТЭ. При этом адрес, записанный таким образом, будет иметь высший приоритет по отношению к адресу, заданному переключателем. То есть при включении МЗКТЭ каждая плата КТЭ будет опрашивать регистр адреса и при наличии в нем значения, отличающегося от значения, считанного с

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛКБИ.468262.001РЭ	Лист
						30

переключателя, сетевому адресу будет присвоено значение регистра. При значении регистра, не входящего в диапазон адресов таблицы Б.2, сетевому адресу будет присвоено значение, заданное переключателем.

Б.1.11 Сетевой адрес может быть сброшен заданием переключателем значения, не входящего в диапазон сетевых адресов. При этом регистру адреса присваивается нулевое значение и плата КТЭ перестает реагировать на запросы ведущего. Для возобновления работы следует снять питание с платы КТЭ, выставить с помощью переключателя требуемый адрес и затем подать питание.

Б.1.12 Функции протокола Modbus RTU, поддерживаемые МЗКТЭ и ЛСУ ЭС, представлены в таблице Б.3.

Таблица Б.3 - Поддерживаемые функции протокола Modbus RTU

Код функции	Наименование	Оригинальное обозначение
1	Чтение битовых ячеек	Read Coils
3	Чтение регистров хранения	Read Holding Registers
4	Чтение входных регистров	Read Input Registers
5	Запись битовой ячейки	Write Single Coil
6	Запись одиночного регистра	Write Single Register
15	Запись нескольких битовых ячеек	Write Multiple Coils
16	Запись нескольких регистров	Write Multiple Registers

Б.1.13 Если МЗКТЭ по какой-либо причине не может выполнить запрашиваемую команду, то в ЛСУ ЭС передается сообщение с кодом ошибки, представленным в таблице Б.4.

Б.1.14 Количество входных регистров и битовых ячеек (в соответствии с протоколом Modbus RTU) соответствует числу ТЭ, контролируемых конкретной платой КТЭ. Нумерация регистров/ячеек осуществляется с нулевого индекса. Т.е. пятому ТЭ будет соответствовать регистр/ячейка с индексом 4 и т.д.

Б.1.15 Количество регистров хранения (за исключением специальных) соответствует двойному количеству ТЭ. Регистры располагаются последовательно. Сначала идет набор регистров одного типа для всех ТЭ (85 уставок «Предупреждение»), затем набор регистров другого типа для всех ТЭ (85 уставок «Авария»).

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

						<b>ЛКБИ.468262.001РЭ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			31

Таблица Б.4 - Поддерживаемые коды ошибок

Код ошибки	Описание	Примечание
1	Принятый код функции не может быть обработан	В случае передачи ведущим устройством сообщения с кодом функции, не представленным в таблице Б.3
2	Адрес данных, указанный в запросе, недоступен	Обращение к регистрам/ячейкам вне их адресного диапазона
3	Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной	Значение параметра выходит за допустимые пределы
4	Невосстанавливаемая ошибка имела место, пока ведомое устройство пыталось выполнить затребованное действие	Например: невозможность записи в постоянную память значения регистра хранения, вызванную аппаратной неисправностью

Б.1.16 Доступ к конкретным параметрам МЗКТЭ осуществляется в соответствии с таблицей Б.5.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛКБИ.468262.001РЭ	Лист
						32

Таблица Б.5 – Соответствие параметров модуля МЗКТЭ функциям протокола Modbus RTU

Modbus RTU		Параметр модуля МЗКТЭ	Примечание
Код функции	Номер ячейки (регистра)		
4	0 – 84	Текущие значения напряжения ТЭ	Значения передаются умноженными на 1000 (т.е. если $U_{тэ} = 0,625$ В, то будет передано число 625)
4	85	Сборный параметр	Информация о состоянии МЗКТЭ. См. таблицу Б.6
1, 5, 15	0 – 84	Флаги исключения ТЭ из алгоритма формирования сигналов «Предупреждение» и «Авария»	В случае установки нулевого значения конкретной ячейки значение напряжения ТЭ, связанного с этой ячейкой, не будет учитываться при формировании сигналов «Предупреждение» и «Авария»
3, 6, 16	0 - 84	Уставки «Предупреждение»	Задаёт пороговое напряжение, при достижении которого будет сформирован сигнал «Предупреждение». Максимальное значение (записываемое в регистр) - 1100 (1,1 В *1000)
3, 6, 16	85 - 169	Уставки «Авария»	Задаёт пороговое напряжение, при достижении которого будет сформирован сигнал «Авария». Максимальное значение (записываемое в регистр) - 1100 (1,1 В *1000)
3, 6	170	Уставка «Команды»	Задаёт различные режимы функционирования МЗКТЭ. Принимаемые значения: - 0x0000 – стандартная работа; - 0x0001 – запрет опроса ТЭ (активен только обмен с ЛСУ ЭС, ТЭ не контролируются)
3, 6	171	Резерв	Зарезервировано для дальнейшего использования

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛКБИ.468262.001РЭ

Лист

33

Продолжение таблицы Б.5

Modbus RTU		Параметр модуля МЗКТЭ	Примечание
Код функции	Номер ячейки (регистра)		
3, 6	172	Уставка «Сетевой адрес МЗКТЭ»	Принимаемые значения от 1 до 247. При удачной записи этого регистра ответный фрейм не отправляется
3, 6	173	Уставка «Скорость обмена»	Принимаемые значения: - 0 (9600 б/с); - 1 (14400 б/с); - 2 (19200 б/с); - 3 (31250 б/с); - 4 (38400 б/с); - 5 (56000 б/с); - 6 (57600 б/с); - 7 (115200 б/с). При удачной записи этого регистра ответный фрейм не отправляется
3, 6	174	Уставка «Контроль четности»	Принимаемые значения: - 0x0000 - контроля нет; - 0x0400 – четный; - 0x0600 – нечетный. При удачной записи этого регистра ответный фрейм не отправляется

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛКБИ.468262.001РЭ

Лист

34

Таблица Б.6 – Сборный параметр

Номер бита	Описание
0	0 – напряжения на всех ТЭ выше аварийных порогов, задаваемых уставками «Авария». 1 – напряжение на одном или нескольких ТЭ достигло или ниже аварийного порога, задаваемого уставкой «Авария»
1	0 – напряжения на всех ТЭ выше предупредительных порогов, задаваемых уставкой «Предупреждение». 1 – напряжение на одном или нескольких ТЭ достигло или ниже предупредительного порога, задаваемого уставкой «Предупреждение»
2	0 – опрос ТЭ разрешен. 1 – опрос ТЭ запрещен (см. регистр хранения 170)
4, 3	00 – МЗКТЭ функционирует нормально. Идет опрос ТЭ. 01 – неисправность МЗКТЭ, при которой МЗКТЭ может выполнять свои основные функции (некоторые программные ошибки из таблицы Б.7). 10 - неисправность МЗКТЭ, при которой выполнение основных функций не представляется возможным (ошибки 1- 3 и некоторые программные ошибки из таблицы Б.7)
7-5	Резерв
15-8	Номер неисправности МЗКТЭ. См. таблицу Б.7

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛКБИ.468262.001РЭ

Лист

35

Таблица Б.7 – Неисправности/ошибки модуля МЗКТЭ

Номер неисправности	Описание
0	Неисправность отсутствует
1	Неисправность цифрового источника питания +5 В
2	Неисправность аналогового источника питания ( $\pm 15$ В/+5 В/+3,3 В)
3	Неисправность источника питания последовательных интерфейсов микроконтроллера +5 В
4	Неисправность источника питания +24 В
5	Программная ошибка 1
6	Программная ошибка 2
7	Программная ошибка 3
8	Программная ошибка 4
9	Программная ошибка 5
10	Программная ошибка 6
11	Программная ошибка 7
12	Программная ошибка 8

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛКБИ.468262.001РЭ	Лист
						36