



КОНТРОЛЛЕР ПРИСОЕДИНЕНИЯ

ТОПАЗ IEC DAS

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПЛСТ.424129.100 РЭ



Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1	Назначение и область применения	4
1.2	Состав изделия	5
1.3	Конструктивное исполнение	7
1.4	Технические характеристики	9
1.4.1	Общие технические характеристики	9
1.4.2	Синхронизация времени	12
1.4.3	Интерфейсы передачи данных	12
1.4.4	Каналы контроля наличия напряжения	14
1.4.5	Каналы дискретного вывода	14
1.4.6	Каналы дискретного ввода	15
1.4.7	Каналы телеизмерения	16
1.4.8	Интерфейс человек-машина	22
1.5	Комплектность	23
1.6	Устройство и работа	23
1.6.1	Обработка информации	26
1.6.2	Телесигнализация	28
1.6.3	Телеуправление	28
1.6.4	Телеизмерение	29
1.6.5	Модули питания	31
1.6.6	Графическая панель	31
2	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ	32
3	МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	33
4	УПАКОВКА	33
5	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	33
6	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	33
7	УТИЛИЗАЦИЯ	34
8	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	34
8.1	Эксплуатационные ограничения и меры безопасности	34
8.2	Монтаж	35
8.2.1	Подготовка к монтажу	35
8.2.2	Установка на DIN-рейку	35
8.2.3	Внешние подключения	35
8.2.4	Шина T-BUS	36
8.2.5	Подключение питания	37
8.2.6	Подключение к сети Ethernet	38



8.2.7	Подключение к сетям последовательной передачи.....	40
8.2.8	Подключение интерфейса человек-машина	42
8.2.9	Подключение каналов телесигнализации	43
8.2.10	Подключение каналов контроля наличия напряжения.....	45
8.2.11	Подключение цепей телеуправления (управление КА)	46
8.2.1	Подключение каналов телеуправления (сигнальные реле)	47
8.2.2	Подключение измерительных цепей модулей РМ7-W, РМ7-E	47
8.2.3	Подключение измерительных цепей модулей РМ7-D	50
8.2.4	Подключения измерительных цепей модуля АIN8.....	53
9	РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА ПО ЧМИ	53
9.1	Конфигурирование с помощью командной строки.....	55
9.1.1	Подключение через серийную консоль	56
9.1.2	Подключение через порт Ethernet по протоколу SSH	57
9.1.3	Основные команды командной строки.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....		62
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....		74

Настоящее Руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, технических характеристиках контроллера присоединения **ТОРАЗ** (далее по тексту - контроллер), его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации контроллера, его технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

В руководстве приведены краткое описание контроллера, его характеристики, функциональные схемы, рекомендации по использованию, техническому обслуживанию и ремонту.

Руководство по эксплуатации предназначено для эксплуатационного персонала и инженеров-проектировщиков АСУ ТП, систем телемеханики и диспетчеризации.



В СВЯЗИ С ПОСТОЯННОЙ РАБОТОЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ, В КОНСТРУКЦИЮ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОГУТ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ, НЕ УХУДШАЮЩИЕ ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НЕ ОТРАЖЕННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение и область применения

Контроллер присоединения **ТОРАЗ** является модульным, проектно-компонуемым и программируемым изделием, состав которого определяется в зависимости от решаемых задач, и предназначен для измерений и учета электрической энергии и мощности, напряжения и силы переменного тока, частоты, показателей качества электрической энергии, регистрации дискретных сигналов о состоянии оборудования, выдачи команд управления, расчета и выдачи сигналов оперативных блокировок, анализа состояния коммутационных аппаратов КА, а также для измерений унифицированных аналоговых сигналов напряжения и силы постоянного тока. Функционал контроллера зависит от набора модулей телемеханики и телеизмерения в его составе. Контроллер является модульным, конфигурируемым и программируемым изделием, и обеспечивает:

- автоматический регламентный сбор результатов измерений (включая достоверизацию) с трансформаторов тока и напряжения на присоединениях;
- сбор и хранение данных о состоянии средств измерений, опрашиваемых непосредственно контроллером;
- расчет электротехнических параметров нормального режима: значения напряжений, токов, активной и реактивной мощности, нулевой, прямой и обратной последовательности, частоты и проч.;
- выдачу команд телеуправления и контроль состояния коммутационных аппаратов на присоединениях;
- осуществление защит и блокировок технологического оборудования;
- обмен информацией с другими КП и передачу информации на верхний уровень с использованием протоколов IEC 61850-8-1 (MMS, GOOSE) и МЭК 60870-5-104;
- архивирование осциллограмм и ведение «Журнала событий»;
- предоставление доступа ИВК к результатам измерений, к данным о состоянии средств измерений, объектов измерений;
- аппаратную и программную защиту от несанкционированного изменения параметров и любого изменения данных;
- синхронизацию времени и коррекцию времени в приборах учета;
- самодиагностику с фиксацией результатов в «Журнале событий»;

- поддержку горячего резервирования;
- поддержку протокола резервирования Ethernet PRP (в том числе с использованием протокола RSTP).

Контроллер может применяться для задач автоматизации, телемеханики и диспетчеризации на подстанциях для присоединений с уровнем напряжения 6-35 и 110-750 кВ. Использование различных комбинаций модулей позволяют применять контроллер в качестве контроллера присоединения, объектового контроллера, коммуникационного шлюза при создании автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП), систем сбора и передачи информации (ССПИ), систем телемеханики (ТМ) электрических подстанций и электростанций, УСПД в системах АИИС КУЭ и АС ТУЭ, а также прибора учета электроэнергии и прибора регистрации параметров качества электроэнергии.

Модульная компоновка контроллера обеспечивает гибкую конфигурацию количества и типов модулей ввода/вывода без воздействия на соседние модули и в целом на все устройство, позволяет реализовать режим горячей замены модулей (процессора, коммуникационных модулей, блоков питания), резервирование и оперативное расширение функционала контроллера. В качестве основного контроллера используется контроллер TOPAZ IEC DAS. В качестве модулей телемеханики используются модули телемеханики TOPAZ.

В состав контроллера (в зависимости от модификации) входят следующие модули:

- основной контроллер;
- приемник сигналов времени (в составе основного контроллера);
- GSM модем (в составе основного контроллера);
- коммуникационные модули RS-485 и Ethernet (в составе основного контроллера);
- до двух источников питания 220 В;
- модули телеизмерения;
- модули дискретного ввода;
- модули дискретного вывода;
- модули аналогового ввода;
- графическая панель управления;

1.2 Состав изделия

Контроллер имеет несколько модификаций, отличающихся конструктивным исполнением.

Таблица 1 – Расшифровка кода заказа устройства

ТОPAZ IEC КП А [В]/[С]/[D]/[E]/[F]/[G]/[H1/.../Hx]-([I1- ... -Ix]-[J1- ... -Jx]) К (Z1- ... Zx)		
Позиция	Код ¹⁾	Описание
Тип основного контроллера		
А	MX240 ExxRyy	MX240
	MX681 ExxRyy	MX681
	где «xx» – общее количество портов Ethernet; «yy» – общее количество портов RS-485, RS-232 и RS-422	

ТОРАЗ ИЕС КП А [В]/[С]/[D]/[E]/[F]/[G]/[H1/.../Hx]-([I1- ... -Ix]-[J1- ... -Jx]) К (Z1- ... Zx)		
Позиция	Код ¹⁾	Описание
Дополнительные функции		
В	GSM	GSM модем на 2 mini-SIM-карты
	GSM(SC)	GSM модем с 2 встроенными SIM-chip
	GSM-LTE	GSM/LTE модем на 2 mini-SIM-карты
	GSM-LTE(SC)	GSM/LTE модем с 2 встроенными SIM-chip
С	PTS	Приемник сигналов точного времени (ГЛОНАСС/GPS)
D	DIO _n	Универсальные каналы дискретного ввода-вывода, где «n» – количество портов. Шаг наращивания 4.
E	nDB9	порты DB9, где «n» - количество портов. Шаг наращивания 2.
F	SSD _m	SSD накопители, где «m» - суммарный объем ПЗУ накопителей SSD в Гб (Тб)
	SSD _{mT}	
Наличие панели оператора		
G	HMI7	Панель оператора для работы с ИЧМ ТОРАЗ HMI7
	HMI15	Панель оператора для работы с ИЧМ ТОРАЗ HMI15
Дополнительные модули		
H1/ ... /Hx	nDIN32	ТОРАЗ ТМ DIN32C-Pr
	nDOUT16	ТОРАЗ ТМ DOUT16-Pr
	nMTU5	ТОРАЗ ТМ MTU5-Pr
	nPM7-W	ТОРАЗ ТМ PM7-Pr модификация W
	nPM7-E	ТОРАЗ ТМ PM7-Pr модификация E
	nPM7-D	ТОРАЗ ТМ PM7-Pr модификация D
	nAIN8	ТОРАЗ ТМ AIN8-Pr
	«n» – количество модулей соответствующего типа. при количестве 1 – не указывается.	
Коммуникационные порты Ethernet		
I1-...-Ix	nGSFP	Ethernet 1000 Мбит/с SFP
	nGTXSFP	Ethernet 1000 Мбит/с combo-port RJ-45/SFP
	nGTx	Ethernet 1000 Мбит/с TX RJ-45
	nTx	Ethernet 100 Мбит/с TX RJ-45
	nFxS	Ethernet 100 Мбит/с FX LC single-mode
	nFxM	Ethernet 100 Мбит/с FX LC multi-mode
	«n» – количество портов соответствующего типа. При n = 1, n не указывается.	

ТОPAZ IEC КП А [В]/[С]/[D]/[E]/[F]/[G]/[H1/.../Hx]-(I1- ... -Ix)-[J1- ... -Jx]) К (Z1- ... Zx)		
Позиция	Код ¹⁾	Описание
Коммуникационные порты последовательной передачи данных		
J1- ... -Jx	nR	RS-485 клеммный вход
	nRS232	RS-232 клеммный вход
	nRS422	RS-422 клеммный вход
	«n» – количество портов соответствующего типа	
Встроенный источник питания		
К	2LV	Два входа питания 24В DC
	HV	Встроенный источник питания 220В DC/AC
	2HV	Два независимых встроенных источника питания 220В DC/AC
Состав функциональных плат устройства		
Z1- ... -Zx	Уникальный идентификатор платы в составе устройства в формате «nID» согласно таблице 2, где «ID» - ID платы, «n» - количество плат соответствующего типа в модификации. При n = 1, n не указывается.	
Примечания:		
1) n – количество портов/модулей		
2) SFP-модули заказываются дополнительно:		
• TOPAZ SFP-100-01-MM – 100 мегабитный многомодовый SFP-модуль • TOPAZ SFP-100-01-SM – 100 мегабитный одномодовый SFP-модуль • TOPAZ SFP-1G-10-SM – гигабитный одномодовый SFP-модуль, дальность передачи 10 км • TOPAZ SFP-1G-15-SM – гигабитный одномодовый SFP-модуль, дальность передачи 15 км • TOPAZ SFP-1G-40-SM – гигабитный одномодовый SFP-модуль, дальность передачи 40 км • TOPAZ SFP-1G-01-MM – гигабитный многомодовый SFP-модуль, дальность передачи 1 км • TOPAZ SFP-1G-02-MM – гигабитный многомодовый SFP-модуль, дальность передачи 2 км		

Пример расшифровки обозначения контроллера присоединения:

Контроллер присоединения, в состав которого входят:

- основной контроллер **ТОPAZ IEC DAS MX681 E5R4 HDMI-P/2USB/SSD32 (3GTx-2Tx-4R)** – 1 шт.;
- ИЧМ **ТОPAZ HMI 7** – 1 шт.;
- блок питания **ТОPAZ PW220/24V50W-AC/DC** – 2 шт.
- модуль телесигнализации **ТОPAZ TM DIN16C-Pr** – 1 шт.;
- модуль телемеханики **ТОPAZ TM MTU5-2R-8DI-2LV-Pr** – 3 шт.;
- модуль измерительный многофункциональный **ТОPAZ TM PM7-D-1R-4U-4IMC-2LV-Pr** – 1 шт.;

«Контроллер присоединения TOPAZ КП MX681 E5R4 HMI7/SSD32/DIN16/3MTU5/PM7-D (3GTx-2Tx-4R) 2HV».

1.3 Конструктивное исполнение

Контроллер присоединения имеет промышленное исполнение и устанавливается на монтажную рейку стандарта DIN EN 50022-35. Платы микроконтроллеров, питания и расширений могут размещаться как в едином корпусе, так и, в случае конструкторской необходимости, в виде

нескольких модульных блоков. Обслуживание контроллера – одностороннее, что обеспечивает удобство технического обслуживания и эксплуатации и ремонтпригодность, а также доступ ко всем элементам, узлам и блокам, требующим регулирования или замены в процессе эксплуатации. Конструктивно модули контроллера выполнены в пластиковом корпусе, не поддерживающем горение. ИЧМ контроллера выполнен из металла, не поддерживающего горение.

Конструкция каждого модуля в составе контроллера присоединения, а также модуля ЦП предусматривают индикаторы наличия электропитания (**PWR**) и готовности (**RDY**), а также не менее 2 дискретных выходов: отсутствие питания и аварийное состояние устройства.

В стандартном исполнении, питание (24 В) на контроллер поступает по шине T-Bus, а в исполнении HV, 2HV (с одним или двумя блоками питания 220 В) – на специальные клеммы питания на верхней или нижней стороне корпуса.

Заземление контроллера и его составляющих частей осуществляется через DIN-рейку.

Примеры внешнего вида контроллеров приведены в приложении Б настоящего руководства.

Таблица 2. Примеры корпусов контроллера

	Корпус 1U	Корпус 2U	Корпус 3U	Корпус 4U	Корпус 5U
Внешний вид					
Количество плат	1	не более 2	не более 3	не более 4	не более 5

Конструкционные особенности, описание входов, выходов и индикаторов контроллера приведены в приложении А настоящего руководства.

Массогабаритные характеристики плат TOPAZ указаны в таблице ниже. Масса модификации устройства не превышает суммарную массу плат в составе модификации.

Габаритные размеры модификации устройства зависят от плат в составе модификации и рассчитываются по следующему принципу:

- ширина (Ш) равна суммарной ширине плат в составе модификации;
- высота (В) равна максимальной высоте плат в составе модификации;
- глубина (Г) равна максимальной глубине плат в составе модификации.

Основной контроллер TOPAZ IEC DAS, модули телемеханики и модули питания являются законченными устройствами в собственном корпусе. Допустимо размещать элементы контроллера присоединения на разных DIN-рельсах, а также их замена без замены контроллера присоединения целиком.

Таблица 3 – Массогабаритные характеристики плат TOPAZ

Название платы	Масса, кг, не более	Габаритные размеры (ШВГ)
Процессорные платы		
TOPAZ MX240	0,15	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ MX240 FO	0,15	22,5 x 99 x 118
TOPAZ MX240 GSM	0,2	22,5 x 108 x 114,5
TOPAZ MX681	0,35	45 x 99 x 114,5

Название платы	Масса, кг, не более	Габаритные размеры (ШВГ)
Интерфейсные платы EDAS		
TOPAZ EDAS MX240 E2R4	0,15	22,5 x 99 x 114,5
	0,15	22,5 x 99 x 118
TOPAZ EDAS MX240 E4	0,15	22,5 x 99 x 118
	0,15	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ EDAS MX240 2RS232	0,15	22,5 x 99 x 118
TOPAZ EDAS MX240 HDMI	0,15	22,5 x 99 x 114,5
Платы SSD		
TOPAZ EDAS MX240 SSD	0,15	22,5 x 99 x 114,5
Платы функционального расширения		
TOPAZ EDAS MX240 GSM-DIO4-GPS	0,15	22,5 x 99 x 124
Платы телемеханики		
TOPAZ TM AIN8	0,15	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ TM DIN16	0,2	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ TM DOUT8	0,2	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ TM MTU5	0,2	22,5 x 99 x 114,5
TOPAZ TM PM7-W	0,2	43 x 99 x 114,5
TOPAZ TM PM7-E	0,2	43 x 99 x 114,5
TOPAZ AMU	0,2	43 x 99 x 114,5
	0,2	22,5 x 99 x 114,5
Платы питания 220 В		
TOPAZ PWR ACDC 220/24	0,2	22,5 x 99 x 114,5
	0,4	45 x 99 x 114,5

1.4 Технические характеристики

1.4.1 Общие технические характеристики

Таблица 4 – Общие технические характеристики контроллера TOPAZ

Наименование параметра	Значение
Общие характеристики	
Каналов питания:	
– исполнение LV	1
– исполнение HV	1
– исполнение 2HV (резервирование питания)	2
Номинальное напряжения питания, В:	
– исполнение LV	24 DC
– исполнение HV, 2HV	220 AC/DC
Рабочий диапазон напряжения питания, В:	
– исполнение LV	15 ÷ 60 DC
– исполнение HV, 2HV	90 ÷ 264 AC/DC
Электропитание постоянным оперативным током	
– Номинальное напряжение, В	220 В
– Размах пульсаций напряжения, %	до 10
– Коэффициент пульсации напряжения, %	5 (класс VR3)
Электропитание переменным оперативным током	
– Номинальное напряжение	230 В
Отклонения напряжения переменного тока	
– Класс	AC3

Наименование параметра	Значение
Отклонение частоты переменного тока	
– Класс	4
– Относительное изменение частоты, %	$\pm 15,0$
Несинусоидальность	
– Класс	H2
Несинусоидальность напряжения, %	до 10%
Потребляемая мощность компонентов присоединения, не более:	
– TOPAZ IEC DAS	15
– TOPAZ TM DIN16-Pr	4
– TOPAZ TM DIN32-Pr	8
– TOPAZ TM DOUT8-Pr	4
– TOPAZ TM DOUT16-Pr	8
– TOPAZ TM MTU5-Pr	4
– TOPAZ TM PM7-Pr	3
– TOPAZ TM AIN8-Pr	3
Масса, кг, не более	5
Габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм	n* x 99 x 114,5
Средняя наработка на отказ, часов	140 000
Среднее время восстановления на объекте эксплуатации (без учета времени прибытия персонала и при наличии ЗИП), ч, не более	1
Средний срок службы, лет	30
Межповерочный интервал, лет	10
Нормальные условия эксплуатации	
Температура окружающего воздуха, °C	от 21 до 25
Относительная влажность воздуха, без конденсата, %	40 ÷ 60
Атмосферное давление воздуха, кПа	от 84 до 106
Рабочие условия эксплуатации	
Температура окружающего воздуха, °C	от -40 до 60
Относительная влажность воздуха, без конденсата, %	5 ÷ 95 при температуре 30 °C
Атмосферное давление воздуха, кПа	от 60 до 106,7
Высота над уровнем моря	до 2000 м
Тип атмосферы	II (промышленный)
* ширина контроллера исполнения ТМ зависит от количества и ширины модулей, входящих в состав контроллера, минимальная ширина модуля 22,5 мм	

Класс защиты контроллера от помех и перегрузок 2, согласно ГОСТ Р МЭК 870-3-93.

Контроллер выдерживает кратковременные перегрузки током (150 А в течение 0,5 с) без повреждения. Контроллер выдерживает провалы и прерывания напряжения электропитания:

- в течение 1,5 с - 45 %
- в течение 0,1 с - 60 %
- в течение 0,5 с – 100%

Допустимые длительные отклонения напряжения питания контроллера -20 ... +10 %. Допустимый уровень пульсаций напряжения питания не менее ± 12 %.

Безопасность хранения данных и программного обеспечения соответствует ГОСТ Р 52069.0-2013.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С. Контроллер обеспечивать самодиагностику до модуля;



По устойчивости к электромагнитным помехам контроллер соответствует ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 для оборудования класса А, ГОСТ Р 51318.11-2006 для класса А группы 1, и ГОСТ Р 51317.6.5-2006 для оборудования применяемых на электростанциях и подстанциях.

Радиопомехи не превышают значений, установленных для класса А по ГОСТ 30805.22-2013, для класса А по ГОСТ 30804.3.2-2013.

По устойчивости к механическим воздействиям, контроллер относится к классу Vm по ГОСТ Р МЭК 60870-2-2-2001

Степень защиты корпуса IP20 по ГОСТ 14254-2015. Сейсмостойкость, при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м равна 9 баллов. Контроллер присоединения необходимо размещать в шкафах со степенью защиты не хуже IP55.

Электрическое сопротивление изоляции контроллера не менее 2,5 МОм. Электрическая прочность изоляции контроллера выдерживает без разрушения испытательное напряжение 2500 В, 50 Гц в течение 1 мин. Сопротивление цепи питания контроллера относительно «земли» не менее 1МОм.

Контроллер, в части защиты от поражения электрическим током, соответствует требованиям ГОСТ 12.2.091-2012. Класс защиты от поражения электрическим током – III (кроме блока питания и модуля измерительного). Класс защиты блока питания и модуля измерительного – II.

Для блоков питания контроллера присоединения предусмотрены клеммы защитного заземления. Значение сопротивления между клеммой заземления и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью устройства, которая может оказаться под напряжением не более 0,1 Ом.

Контроллер соответствует требованиям технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

Конфигурация контроллера сохраняется в энергонезависимой памяти EEPROM микроконтроллера, которая обеспечивает сохранение параметров, при отсутствии напряжения питания, в течение 30 лет

Перезагрузка программного обеспечения контроллера не приводит к выдаче ложных команд управления.

Контроллер не требует принудительной вентиляции.

Входы питания защищены от переполюсовки.

При потере основного питания осуществляется переход на резервное питание. При этом пропадание и восстановление основного или резервного питания не оказывает влияние на работоспособность устройства.

Кратковременные перерывы питания (до 200 мс) не влияют на работу контроллера. При нарушении питания на время более 200 мс, контроллер корректно завершает свою работу, а при восстановлении напряжения питания контроллер переходит в рабочий режим автоматически. Под корректным завершением работы в данном случае понимается отсутствие ложного формирования команд ТУ, передачи ложной информации и потери конфигурационной информации.

Повреждение отдельных компонентов в тракте команд не должно приводить к выдаче ложных команд

Правильная работа устройства при восстановлении нормального питания после произвольного изменения напряжения питания ниже пределов рабочего диапазона восстанавливается автоматически (без участия персонала).

Контроллер обеспечивает нормальную работу при произвольном изменении напряжения питания в пределах рабочего диапазона.

Контроллер соответствует ГОСТ Р 52931-2008 и является многофункциональным, восстанавливаемым, ремонтируемым изделием и предназначен для круглосуточной эксплуатации в стационарных условиях в производственных помещениях.

Гарантийный срок эксплуатации не менее 36 месяцев.

1.4.2 Синхронизация времени

Системное время контроллера синхронизируется с верхним уровнем по протоколам RTP, NTP, SNTP, МЭК 60870-104 и МЭК 60870-101. Метрологические характеристики синхронизации времени приведены в таблице 6.

Таблица 5 – Метрологические характеристики синхронизации времени

Наименование параметра	Значение
Уход локальных часов без внешнего питания, с / сутки, не более	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения времени при отсутствии синхронизации по сигналам точного времени за 24 ч, мс:	
- в нормальных условиях (от +21°C до +25°C)	20
- в рабочих условиях (от -40°C до +70°C)	40
Точность синхронизации времени:	
- по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104	± 2 мс
- по протоколам NTP, SNTP	± 100 мкс
- по протоколу RTP	± 1 мкс

1.4.2.1 Приемник сигналов точного времени

Наличие приемника сигналов точного времени указано в заказной кодировке устройства. Технические характеристики приемника сигналов точного времени ГЛОНАСС/GPS приведены в таблице ниже.

Таблица 6 – Технические характеристики приемника сигналов точного времени

Наименование параметра		Значение
Приемник ГЛОНАСС/GPS	каналы сопровождения	33
	каналы захвата	99
Тип генератора		TCXO
Разъем для антенны		SMA
Точность синхронизации времени по сигналам ГЛОНАСС/GPS		± 200 нс

1.4.3 Интерфейсы передачи данных

Количество и тип каналов передачи данных обозначается в заказной кодировке устройства.

Таблица 6 – Технические характеристики оптических каналов связи Ethernet

Наименование параметра	Одномодовое оптоволокно	Многомодовое оптоволокно
Сечение	9/125 мкм	50/125 мкм; 62,5/125 мкм
Дальность передачи, км	15	2
Длина волны, нм	1310	1310
Мощность передатчика, дБм	от -20 до 0	от -23,5 до -14
Чувствительность приемника, дБм	до -32	до -31

Таблица 7 – Поддерживаемые технологии Ethernet

Технологии	Описание
Поддерживаемые стандарты	IEEE 802.3 10BaseT; IEEE 802.3u 100BASE-TX, 100BASE-FX; IEEE 802.3z 1000BASE-X; IEEE 802.3ab 1000BASE-T; IEEE 802.3x управление потоком; IEEE 802.3az Ethernet с энергосберегающим режимом IEEE 802.1D-2004 STP, QoS; IEEE 802.1d STP; IEEE 802.1w RSTP; IEEE 802.1Q тегирование трафика.
Промышленные протоколы	Ethernet/IP; ГОСТ Р МЭК 60870-5-104; Modbus/TCP; IEC 61850
Управление	SSH; Console – CLI; Web.
Протоколы фильтрации трафика	VLAN на основе портов
Протоколы резервирования сети	STP/RSTP; PRP; HSR
Информационная безопасность	Authentication Certificate - SSL Certificate/SSH Key Regenerate; 802.1X – Port Based; Port Security – Static MAC Port Lock.
Протоколы синхронизации времени	ГОСТ Р МЭК 60870-5-104; NTP Server/Client; Modbus RTU

Таблица 8 – Технические характеристики последовательных интерфейсов

Наименование параметра	Значение
Протоколы передачи данных	ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (master/slave), ГОСТ Р МЭК 60870-5-103 (master), Modbus RTU/ASCII (master/slave), SPA-Bus (master)
Протоколы синхронизации времени	ГОСТ Р МЭК 60870-5-101
Режим передачи	асинхронный последовательный двухсторонний полудуплексный
Скорость передачи	2400 – 115 200 бит/с (по заказу до 4 Мбит/с)
Интерфейс RS-485	
Тип разъема	клеммный вход
Контакты	+D (A), -D (B), G (GND)
Максимальная длина линии связи, м	1 200
Количество устройств в сегменте сети	до 32 (до 254 с повторителями)
Интерфейс RS-232	
Тип разъема	клеммный вход
Контакты	Tx, Rx, G
Максимальная длина линии связи, м	15
Количество устройств в сегменте сети	2
Интерфейс RS-422	
Тип разъема	клеммный вход
Контакты	-TX, +TX, -RX, +RX
Максимальная длина линии связи, м	1 200

Наименование параметра	Значение
Количество устройств в сегменте сети	1 в режиме master, до 10 в режиме slave

1.4.3.1 GSM модем

Технические характеристики GSM модема приведены в таблице ниже. Наличие модема в модификации согласно заказной кодировке устройства.

Таблица 9 – Технические характеристики модема

Наименование параметра		Значение
Количество SIM-карт		2
Формат SIM-карты		mini-SIM или SIM-chip
Разъём для антенны		SMA
Диапазоны частот, МГц	GSM, EDGE	850/900/1800/1900
	UMTS	800/850/900/1900/2100
	LTE FDD	800/850/900/1800/2100/2600
Выходная мощность	GSM 850/900	Class 4 (33дБм±2дБ)
	GSM 1800/1900	Class 1 (30дБм ±2дБ)
	EDGE 850/900	Class E2 (27дБм ±3дБ)
	EDGE 1800/1900	Class E2 (26дБм +3/-4дБ)
	UMTS	Class 3 (24дБм+1/-3дБ)
	LTE FDD	Class 3 (23дБм±2дБ)
GSM модем		
Поддерживаемые стандарты передачи данных		CSD, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA
Количество антенн		1
GSM/LTE модем		
Поддерживаемые стандарты передачи данных		CSD, GPRS, EDGE, UMTS, HSPDA, HSUPA, HSPA+, DC-HSPA+, LTE
Количество антенн		до 2 (поддержка MIMO)

1.4.4 Каналы контроля наличия напряжения

Контроль наличия напряжения обеспечивается за счет наличия в составе модификации модулей MTU5. Технические характеристики каналов контроля напряжения приведены в таблице ниже.

Таблица 10 – Технические характеристики каналов дискретного контроля напряжения

Параметр	Значение
Количество каналов контроля наличия напряжения в модуле MTU5	3
Контролируемое напряжение по каждой фазе (для ячейки КРУ через емкостной делитель), В	1 ÷ 350 (AC/DC)
Входное сопротивление, МОм	3,6

1.4.5 Каналы дискретного вывода

Управление дискретными выходами обеспечивается за счет наличия в составе модификации модулей MTU5 (управление выключателем) и модулей DOUT8/DOUT18 (сигнальные реле).

Количество каналов дискретного вывода зависят от типа модуля и указано в таблице 12 для каждого типа модуля. Технические характеристики каналов дискретного вывода приведены в таблице 12.

Контроллер обеспечивает коммутацию цепей с номинальными напряжениями питания:

- 24 В, 220 В постоянного тока;
- 230 В переменного тока частоты 50 Гц.

Коммутационная способность контактов ТУ при напряжении от 24 до 250 В в цепях постоянного тока с постоянной времени индуктивной нагрузки 0,02 с – 30 Вт.

Коммутационная способность контактов на замыкание с постоянной времени 0,05с:

- 5 А 220 В постоянного тока для реле управления
- 0,1 А от 24 до 250 В постоянного тока для сигнальных реле

Коммутационная способность контактов на размыкание с постоянной времени 0,05с:

- 0,25 А для реле управления
- 0,1 А от 24 до 250 В постоянного тока для сигнальных реле

Время, между моментом приема команды телеуправления и выдачи управляющего воздействия на исполнительные устройства не более 1 секунды

Таблица 11 – Технические характеристики дискретных выходов

Параметр	Значение
Количество каналов дискретного вывода в модуле:	
– MTU5 (управления выключателем)	3
– DOUT8 (сигнализация)	8
– DOUT16 (сигнализация)	16
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Время действия команды ТУ, с	0,1 ... непрерывно
Цепи управления выключателем	
Коммутационная способность на замыкание, А:	
– длительностью 0,03 с	40
– длительностью 0,2 с	30
– длительностью 0,3 с	15
– длительностью 1 с	5
Коммутационная способность на размыкание, А	0,35
Коммутационная способность, не менее	100 000
Цепи сигнализации	
Длительно допустимый ток, А	1
Коммутационная способность, не менее, Вт	30
Коммутационная износостойкость контактов, не менее, циклов	10 000

1.4.6 Каналы дискретного ввода

Контроль состояния дискретных сигналов обеспечивается за счет наличия в составе модификации модулей DIN16, DIN32, MTU5 и PM7-E.

Напряжение срабатывания задается при конфигурировании модулей ТС. Напряжение срабатывания по умолчанию 160 В.

Высокий уровень дискретных сигналов:

- 1) при $U_{ном} = 24 В$ – от 15 до 30 В;
- 2) при $U_{ном} = 220 В$ – от 75 до 125% от номинального напряжения.

Низкий уровень дискретных сигналов:

- 1) при $U_{ном} = 24 В$ – от 0 до 5 В;
- 2) при $U_{ном} = 230 В$ (переменный ток) – от 0 до 15% от номинального напряжения.
- 3) при $U_{ном} = 220 В$ (постоянный ток) – от -5 до +15% от номинального напряжения.

Номинальное напряжение датчиков ТС задается при конфигурировании модулей ТС:

- 1) постоянное 24В;

2) постоянное 220 В или переменное 230 В и номинальной частотой 50 Гц.

Диапазон регулировки антидребезговой задержки 0– 20 мс с шагом 1 мс.

Входной сигнал подается на входы дискретного ввода напрямую, без использования дополнительных преобразователей.

Дискретные входы переключаются только от напряжения прямой полярности. При приложении к дискретному входу напряжения обратной полярности не происходит срабатывания при любом значении напряжения. Дискретный вход не повреждается при подаче на него напряжения обратной полярности.

Униполярность дискретного входа предотвращает переключение дискретного входа при замыканиях на землю отрицательного полюса сети СОПТ.

Сопротивление входной цепи дискретного входа обеспечивает возможность поиска места замыкания на землю в цепи между управляющим контактом и дискретным входом.

Количество каналов дискретного вывода зависят от типа модуля и указано в таблице 13 для каждого типа модуля.

Таблица 12 – Технические характеристики каналов дискретного ввода

Параметр	Значение
Количество каналов дискретного вывода в модуле:	
– DIN16	16
– DIN32	32
– MTU5	8
– PM7-E	8
Напряжение на входе канала дискретного ввода, В	5 ÷ 220 (AC/DC)
Максимальное напряжение на входе, В	350
Номинальное значение входного тока при U = 24В, мА	5
Точность фиксации телесигналов по времени, мс	1
Минимальная длительность импульса, мс	0,5

1.4.7 Каналы телеизмерения

1.4.7.1 Измерение параметров сети

Измерение параметров сети обеспечиваются за счет наличия в составе модификации модулей PM7.

Измерительные входы напряжений и токов гальванически изолированы.

Количество аналоговых входов модулей PM7:

- 4 канала для получения сигналов от ТТ;
- 4 канала для получения сигналов от ТН.

Контроллер присоединения предусматривает возможностью установки дополнительных модулей PM7.

В контроллере обеспечено разделение цепей зажимов разного функционального назначения (токовые, напряжения, сигнализации) и от частей изделия, доступных для пользователя.

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока, силы переменного тока, активной и реактивной энергии, вызванной отклонением температуры от нормальных условий на каждые 10°С, составляют ½ от пределов допускаемой основной погрешности.

При влиянии внешнего однородного постоянного или переменного магнитного поля, синусоидально изменяющегося во времени с частотой сети питания, с магнитной индукцией 0,5

мТл при самом неблагоприятном направлении и фазе магнитного поля не более - половины предела допускаемой основной погрешности

Повышенная влажность в рабочих условиях применения не влияет на погрешность измерения.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерении активной (реактивной) мощности, вызванной изменением коэффициента мощности в диапазоне $\pm (0,5 \text{ до } 1)$ не более: $\pm 0,5 \%$

Пределы допускаемой дополнительной погрешности при отклонении частоты входного сигнала от номинального в диапазоне от 45 до 55 Гц не более:

$\pm 0,2 \%$ при измерении токов и напряжений

$\pm 0,5 \%$ при измерении мощности и коэффициента мощности

Метрологические характеристики аналоговых измерений приведены в таблице ниже.

Таблица 13 – Метрологические характеристики аналоговых измерительных каналов

Наименование характеристики	Канал	Значение
Номинальное напряжение ($U_{ном}$) фазное/линейное, В		57,7/100 220/380
Номинальное значение силы тока ($I_{ном}$), А		1 или 5
Номинальное значение частоты переменного тока, Гц		50
Стартовый ток, А		$0,001 \cdot I_{ном}$
Диапазон измерений постоянного напряжения, В		от 5,7 до 330
Диапазон измерений переменного напряжения (фазное), В		от 5,7 до 330
Диапазоны измерений силы переменного тока исполнений, А	PM7-W, PM7-E	от 0,01 до 7,5
	PM7-D	от 0,01 до 50
Диапазоны измерений частоты переменного тока, Гц		от 42,5 до 57,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	PM7-W, PM7-E	$\pm 0,2$
	PM7-D	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %		$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного тока, %	PM7-W, PM7-E	$\pm 0,2$
	PM7-D	$\pm 0,1$ (при $I < 10 \text{ A}$) $\pm 0,5$ (при $I \geq 10 \text{ A}$)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения активной энергии W_p , %		$\pm 0,2$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения реактивной энергии W_Q , %		$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц		$\pm 0,01$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности встроенных часов, с/сут	исполнение RTC	$\pm 0,02$
	прочие исполнения	$\pm 8,6^1$
Примечание: ¹ – модули не содержат встроенного элемента питания и без наличия внешнего питания, встроенные часы не работают, а показания обнуляются		

Точность присвоения меток времени при измерении аналоговых величин не хуже 1 мс.

Метрологические характеристики при измерении показателей качества и параметров электрической энергии приведены в таблице ниже.

Таблица 14 – Метрологические характеристики при измерении показателей качества и параметров электрической энергии

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерений (абсолютной Δ , относительной δ)
Показатели качества электрической энергии		
Отклонение частоты Δf , Гц	от -7,5 до 7,5	$\pm 0,01$ (Δ)
Положительное отклонение напряжения $\delta U(+)$, % от $U_{ном}$	от 0 до 50	$\pm 0,1$ (Δ)
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U(-)$, % от $U_{ном}$	от 0 до 90	$\pm 0,1$ (Δ)
Установившееся отклонение напряжения от номинального или согласованного δU , % от $U_{ном}$	от -90 до 50	$\pm 0,1$ (Δ)
Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности K_{2U} , % от U_1	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ)
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности K_{0U} , % от U_1	от 0 до 50	$\pm 0,15$ (Δ)
Кратковременная доза фликера P_{St}	0,2 до 10	$\pm 5,0$ (δ)
Длительная доза фликера P_{Lt}	0,2 до 10	$\pm 5,0$ (δ)
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения (с учетом влияния гармонических составляющих до 50-го порядка) K_U , %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_U < 1$
		± 5 (δ) для $K_U \geq 1$
Коэффициент гармонической составляющей напряжения n-го порядка $K_{U(n)}$ (n от 1 до 50), %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{U(n)} < 1$
		± 5 (δ) для $K_{U(n)} \geq 1$
Коэффициент интергармонической составляющей напряжения m-го порядка $K_{Uisg(m)}$ (m от 1 до 50), %	от 0 до 50	$\pm 0,05$ (Δ) для $K_{Uisg(m)} < 1$
		± 5 (δ) для $K_{Uisg(m)} \geq 1$
Остаточное напряжение провала u_n , % от $U_{ном}$	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ)
Длительность провала напряжения Δt_n , с	от 0,01 до 600	$\pm 0,01$ (Δ)
Остаточное напряжение прерывания $u_{пр}$, % от $U_{ном}$	от 0 до 100	$\pm 0,2$ (Δ)
Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пр}$, с	от 0,01 до 3600	$\pm 0,01$ (Δ)
Максимальное значение перенапряжения $U_{пер}$, % от $U_{ном}$	от 100 до 200	$\pm 0,2$ (Δ)
Длительность перенапряжения $\Delta t_{пер}$, с	от 0,01 до 600	$\pm 0,01$ (Δ)
Параметры напряжения		
Среднеквадратичное значение напряжения основной гармонической составляющей $U_{(1)}$, В	от $U_{мин}$ до $U_{макс}$	согласно таблице 13
Среднеквадратичное значение напряжения гармонической составляющей n-го порядка $U_{sg(n)}$ (n от 2 до 50), В	от 0 до $0,5 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,0005$ (Δ) для $U_{sg(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$
		± 5 (δ) для $U_{sg(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$

Среднеквадратичное значение напряжения интергармонической составляющей m-го порядка $U_{isg(m)}$ (n от 1 до 50), В	от 0 до $0,5 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,0005 (\Delta)$ для $U_{isg(n)} < 0,01 \cdot U_{ном}$
		$\pm 5 (\delta)$ для $U_{isg(n)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$
Среднеквадратичное значение напряжения прямой последовательности U_1 , В	от 0 до $2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot U_{ном} (\Delta)$
Среднеквадратичное значение напряжения обратной последовательности U_2 , В	от 0 до $2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot U_{ном} (\Delta)$
Среднеквадратичное значение напряжения нулевой последовательности, U_0 , В	от 0 до $2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot U_{ном} (\Delta)$
Углы фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармонической составляющей $\phi_u, ^\circ$	от -180 до +180	$\pm 0,1 (\Delta)$
Параметры тока		
Среднеквадратичное значение тока основной гармонической составляющей I_1 , А	от $I_{мин}$ до $I_{макс}$	согласно таблице 13
Среднеквадратичное значение тока гармонической составляющей n-го порядка $I_{sg(n)}$ (n от 2 до 50), А	от 0 до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,0005 \cdot I_{ном} (\Delta)$ для $I_{sg(n)} < 0,01 \cdot I_{ном}$
		$\pm 5 (\delta)$ для $I_{sg(n)} \geq 0,01 \cdot I_{ном}$
Среднеквадратичное значение тока интергармонической составляющей m-го порядка $I_{isg(m)}$ (m от 1 до 50), А	от 0 до $0,5 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,0005 \cdot I_{ном} (\Delta)$ для $I_{isg(m)} < 0,01 \cdot I_{ном}$
		$\pm 5 (\delta)$ для $I_{isg(m)} \geq 0,01 \cdot I_{ном}$
Среднеквадратичное значение тока прямой последовательности I_1 , А	от 0 до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot I_{ном} (\Delta)$
Среднеквадратичное значение тока обратной последовательности I_2 , А	от 0 до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot I_{ном} (\Delta)$
Среднеквадратичное значение тока нулевой последовательности I_0 , А	от 0 до $2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,0015 \cdot I_{ном} (\Delta)$
Коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15 (\Delta)$
Коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} , %	от 0 до 50	$\pm 0,15 (\Delta)$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока (с учетом влияния гармонических составляющих до 50-го порядка) K_I , %	от 0 до 50	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $K_I < 1$
		$\pm 5 (\delta)$ для $K_I \geq 1$
Коэффициент гармонической составляющей тока n-го порядка $K_{I(n)}$ (n от 2 до 50), %	от 0 до 50	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $I(n) < 0,01 \cdot I_{ном}$
		$\pm 5 (\delta)$ для $K_{I(n)} \geq 0,01 \cdot I_{ном}$
Коэффициент интергармонической составляющей тока m-го порядка $K_{I(m)}$ (m от 2 до 50), %	от 0 до 50	$\pm 0,05 (\Delta)$ для $K_{Iisg(m)} < 0,01 \cdot I_{ном}$
		$\pm 5 (\delta)$ для $K_{Iisg(m)} \geq 0,01 \cdot I_{ном}$

Угол фазового сдвига между фазным напряжением и одноименным током основной гармонической составляющей $\phi_{UI}, \dots^\circ$	-180 до +180	$\pm 0,2 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между гармонической составляющей напряжения n-го порядка и одноименным током $\phi_{UI(n)}$ (n от 2 до 50), $\dots^\circ$	-180 до +180	$\pm 0,2 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и током прямой последовательности $\phi_{1U1I(1)}, \dots^\circ$	-180 до +180	$\pm 0,2 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и током обратной последовательности $\phi_{2U2I(1)}, \dots^\circ$	-180 до +180	$\pm 0,2 (\Delta)$
Угол фазового сдвига между напряжением и током нулевой последовательности $\phi_{0U0I(1)}, \dots^\circ$	-180 до +180	$\pm 0,2 (\Delta)$
Параметры электрической мощности		
Активная фазная мощность P_ϕ , Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,2 (\delta)$
Активная трехфазная мощность P , Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,2 (\delta)$
Активная фазная мощность основной гармонической составляющей $P_{\phi(1)}$, Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,2 (\delta)$
Активная трехфазная мощность основной гармонической составляющей $P_{(1)}$, Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,2 (\delta)$
Активная фазная мощность гармонической составляющей n-го порядка $P_{\phi(n)}$ (n от 2 до 50), Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Активная трехфазная мощность гармонической составляющей n-го порядка $P_{(n)}$ (n от 2 до 50), Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Активная мощность прямой последовательности $P_{1(1)}$, Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Активная мощность обратной последовательности $P_{2(1)}$, Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Активная мощность нулевой последовательности $P_{0(1)}$, Вт	от $P_{\min}$ до $P_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная фазная Q_ϕ , вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная трехфазная мощность Q , вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная фазная мощность основной гармонической составляющей $Q_{\phi(1)}$, вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная трехфазная мощность основной гармонической составляющей $Q_{(1)}$, вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная фазная мощность гармонической составляющей n-го порядка $Q_{\phi(n)}$ (n от 2 до 50), вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 5 (\delta)$
Реактивная трехфазная мощность гармонической составляющей n-го порядка, Q (n от 2 до 50), вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 5 (\delta)$
Реактивная мощность прямой последовательности $Q_{1(1)}$, вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная мощность обратной последовательности $Q_{2(1)}$, вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Реактивная мощность нулевой последовательности $Q_{0(1)}$, вар	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Полная фазная мощность S_ϕ , В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$
Полная трехфазная мощность S , В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5 (\delta)$

Полная фазная мощность основной гармонической составляющей $S_{\phi(1)}$, В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5$ (δ)
Полная трехфазная мощность основной гармонической составляющей $S_{(1)}$, В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5$ (δ)
Полная фазная мощность гармонической составляющей n-го порядка, $S_{\phi(n)}$ (n от 2 до 50), В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5$ (δ)
Полная трехфазная мощность гармонической составляющей n-го порядка, $S_{(n)}$ (n от 2 до 50), В·А	от $S_{\min}$ до $S_{\max}$	$\pm 0,5$ (δ)
Коэффициент мощности пофазно $\cos\phi$	от -1 до +1	$\pm 0,01$ (Δ)
Коэффициент мощности трехфазный $\cos\phi$	от -1 до +1	$\pm 0,01$ (Δ)
Параметры электрической энергии		
Активная энергия $W_{P(1)}$ основной гармонической составляющей, кВт·ч	-	$\pm 0,2$ (δ)
Реактивная энергия основной гармонической составляющей $W_{Q(1)}$, квар·ч	-	$\pm 0,5$ (δ)
Активная энергия прямой последовательности прямого W_{P1} , кВт·ч	-	$\pm 0,2$ (δ)
Реактивная прямой последовательности W_{Q1} , квар·ч	-	$\pm 0,5$ (δ)
Примечания: 1. $P_{\min}$ – значение активной электрической мощности трехфазной $P=3 \cdot I_{\min} \cdot U_{\min} \cdot \cos\phi$ или однофазной $P = I_{\min} \cdot U_{\min} \cdot \cos\phi$, Вт. 2. $P_{\max}$ – значение активной электрической мощности трехфазной $P=3 \cdot I_{\max} \cdot U_{\max} \cdot \cos\phi$ или однофазной $P = I_{\max} \cdot U_{\max} \cdot \cos\phi$, Вт. 3. $Q_{\min}$ – значение реактивной электрической мощности трехфазной $Q=3 \cdot I_{\min} \cdot U_{\min} \cdot \sin\phi$ или однофазной $Q = I_{\min} \cdot U_{\min} \cdot \sin\phi$, вар. 4. $Q_{\max}$ – значение реактивной электрической мощности трехфазной $Q=3 \cdot I_{\max} \cdot U_{\max} \cdot \sin\phi$ или однофазной $Q = I_{\max} \cdot U_{\max} \cdot \sin\phi$, вар. 5. $S_{\min}$ – значение полной электрической мощности трехфазной $S=3 \cdot I_{\min} \cdot U_{\min}$ или однофазной $S = I_{\min} \cdot U_{\min}$, В·А. 6. $S_{\max}$ – значение полной электрической мощности трехфазной $S=3 \cdot I_{\max} \cdot U_{\max}$ или однофазной $S = I_{\max} \cdot U_{\max}$, В·А. 7. Метрологические характеристики модулей при измерении параметров электрической мощности и энергии приведены для следующих значений влияющих величин: $I_{\min} \leq I < 2 I_{\max}$; $U_{\min} \leq U < 2 U_{\max}$; $0,25 \leq \cos\phi < 1$, где $I_{\min}, U_{\min}$ – нижний предел измерений, из таблицы 13 $I_{\max}, U_{\max}$ – верхний предел измерений, из таблицы 13		

1.4.7.2 Аналоговый ввод

Наличие каналов аналогового ввода для подключения датчиков (температуры, давления и тд.) обеспечивается за счет наличия в составе модификации модулей АIN8.

Аналоговые входы контроллера присоединения гальванически изолированы.

Технические и метрологические характеристики каналов аналогового измерения приведены в таблице 16.

Таблица 15 – Характеристики каналов аналогового измерения

Параметр		Значение
Количество каналов аналогового ввода в модуле АIN8		8
Входное сопротивление в режиме измерения	напряжения	100 кОм
	тока	0,1 кОм

Диапазоны измерения напряжения, В	0 ÷ 10, 0 ÷ 5
Диапазоны измерения тока, мА	0 ÷ 20, 4 ÷ 20
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	± 0,1 (приведенной к диапазону)
Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры на 10 °С, %	± 0,02 (приведенной к диапазону)

1.4.8 Интерфейс человек-машина

По наличию интерфейса человек-машина (ИЧМ) для контроллера предусмотрены три варианта исполнения:

- без ИЧМ;
- с сенсорным экраном HMI 7;
- с сенсорным монитором HMI 15.

1.4.8.1 Сенсорный экран HMI 7

Сенсорный экран HMI 7 предназначен для встраивания в корпус контроллера исполнения XXX.

Таблица 16 – Технические характеристики сенсорного экрана HMI 7

Наименование параметра	Значение
Конструкция дисплея	TFT
Диагональ экрана	7"
Область отображения в мм	156,7 x 8,5
Разрешение, точек	800 x 480
Количество цветов	16,7 млн
Тип сенсорного экрана	емкостной

1.4.8.2 Монитор HMI 15

Монитор HMI 15 предназначен для встраивания в дверь монтажного шкафа.

Таблица 17 – Технические характеристики монитора HMI 15

Наименование параметра	Значение
Тип дисплея	LCD
Диагональ экрана	15"
Максимальное разрешение	1024 x 768 (XGA)
Количество цветов	262 тыс./16,2 млн
Угол обзора по горизонтали	160°
Угол обзора по вертикали	140°
Яркость номинальная, кд/м ²	400
Контрастность номинальная	700 : 1
Время отклика, мс	16
Тип подсветки	светодиод
Срок службы подсветки, часов	50 000
Интерфейсы	VGA, DVI-D
Сенсорный экран	
Тип сенсорного экрана	резистивный
Интерфейсы	COM (RS-232), USB

Наименование параметра	Значение
Срок службы	10 млн касаний
Общие характеристики	
Напряжение питания, В	12 (DC)
Материал корпуса	металл
Масса, кг	4
Габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм, не более	365x291x38
Средний срок службы, лет	40

1.5 Комплектность

Комплект поставки указывается в индивидуальном паспорте устройства.

В комплект поставки устройства входят:

- упаковочный лист (ведомость поставки);
- устройство в упаковке (таре);
- комплектующие:
 - штекер MC 1,5/5-ST-3,81;
 - шинные соединители ME 22.5 TBUS 1.5/5-ST-3,81;*
 - разъем MSTBT 2,5/4-ST.*
- ЗИП.
- Документация:
 - Копия свидетельства об утверждении типа средств измерений.
 - Описание типа средств измерений с полным перечнем измеряемых параметров и их метрологическими характеристиками.
 - Сертификат соответствия ТР ТС.
 - Заводской паспорт (формуляр) с отметкой о первичной поверке.
 - Свидетельство о поверке при выпуске из производства (до поставки на объект).
 - Методика поверки / калибровки.
 - Руководство по эксплуатации (РЭ), содержащее:
 - Руководство по установке.
 - Инструкции по наладке и эксплуатации.
 - Руководство инженера ТМ (АСУ ТП) по установке и наладке ПО.
 - Руководство по техническому обслуживанию (применение тестовых и диагностических программ).
 - Руководство оператора.

Вся поставляемая с устройством документация выполнена на русском языке в соответствии с требованиями ГОСТ 27300-87.

Примечание: * – количество шинных соединителей и клеммных блоков согласно индивидуальному паспорту устройства;

Эксплуатационная документация доступна на сайте: <http://www.tpz.ru>

1.6 Устройство и работа

Контроллер присоединения предназначен для выполнения следующих задач:

- 1) измерения, преобразования, сбора и обработки аналоговой и дискретной информации по присоединению от вторичных обмоток ТТ и ТН, блокконтактов первичного оборудования, контактов реле, датчиков, преобразователей;
- 2) синхронизации системного времени по сигналам СОЕВ;

- 3) формирования команд управления КА, РПН и другими аппаратами;
- 4) реализации программных оперативных блокировок;
- 5) передачи информации на верхний уровень спорадически (по апертуре), циклически и по запросу;
- 6) обмена информацией с другими контроллерами присоединений, с терминалами РЗ и ПА, с устройствами АСУ ТП среднего уровня с использованием протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5- 101, ГОСТ Р МЭК 60870-5- 103, ГОСТ Р МЭК 60870-5- 104, IEC 61850-8-1 (MMS, GOOSE) в том числе с использованием технологий PRP, HSR;
- 7) приема и передачи данных по протоколу IEC 61850-9-2;
- 8) обеспечения резервного (при неисправности верхнего или среднего уровней АСУ ТП) управления КА;

Контроллер присоединения поддерживает языки программирования в соответствии со стандартом МЭК 61131-3.

Доступ к настройкам и параметрирование контроллера возможен только для авторизованных пользователей. В контроллере реализована возможность разграничения уровня доступа для различных пользователей.

Контроллер осуществляет регистрацию событий с меткой времени, имеющих отношение к защищенности информации (попытки записи, редактирования, удаления информации).

Контроллер присоединения осуществляет непрерывную диагностику компонентов в их составе с записью сигналов диагностики и событий во внутренний буфер событий и передачей их для обработки на верхний уровень и сигнализацию сигналов диагностики. Диагностика осуществляется автоматически как при включении, так и непрерывно в процессе работы. Для дублированных модулей (блоков, портов и т.д.) в случае отказа одного из них, несмотря на то, что все функции продолжают выполняться, средствами диагностики формируется соответствующее сообщение. Контроллером присоединения осуществляется самодиагностика программной, аппаратной и канальной (сетевой) части, в том числе каналов ввода-вывода и передачи информации, канала синхронизации. Также диагностируется:

- состояние блоков питания (в том числе пропадание напряжений на входах);
- состояние носителей информации;
- статус сетевого взаимодействия по всем подключенным разъемам;
- температурный режим.

В «Журнале событий» контроллера присоединения автоматически фиксируются время и даты событий:

- сведения о текущем состоянии элементов системы;
- протоколы действий оператора, с указанием идентификатора оператора и его прав доступа к обслуживанию и конфигурированию;
- диагностические массивы информации, отражающие состояние аппаратной части и программ, как в нормальном режиме эксплуатации, так и в процессе восстановления работоспособности;
- начало работы, перезагрузка устройства.
- изменение режима управления коммутационными аппаратами («местное» - «дистанционное») с определением уровня управления;
- некорректное положение разъединителей;
- действия оперативного персонала по управлению электрооборудованием с указанием метки времени, способа управления.

Контроллер обеспечивает хранение данных глубиной до 2000 событий журнала констант и другой информации, необходимой для работы в течение 45 суток в энергонезависимом запоминающем устройстве (SSD диск) в случае снятия внешнего электропитания и не допускает

изменение данных, занесенных в журнал. После восстановления канала связи автоматически сохраненная информация передается на верхний уровень автоматически.

В ЦП и интеллектуальных модулях ввода-вывода в составе контроллера присоединения предусмотрены сторожевые таймеры.

Контроллер надежно функционирует в условиях повышенной информационной нагрузки. Наиболее короткий интервал времени передачи GOOSE (в случае возникновения событий) не более 50 мс. Наибольшее полное время обработки GOOSE сообщения не превышает 10 мс.

В контроллере присоединения в качестве основного модуля управления, вычислений, архивирования и обмена данными используется контроллер **TOPAZ IEC DAS**. Тип контроллера определяется фирмой-производителем на этапе проектирования, в зависимости от набора функций и наличия функции резервирования элементов.

Набор контролируемых параметров и их метрологические характеристики зависят от используемых модулей телемеханики и телеизмерения в составе КП.

Таблица 18 – Набор функций, обеспечиваемых модулями в составе КП

Модуль TOPAZ	Функционал	Каналы
PM7-D	Измерение мгновенных значений каналов; Измерение частоты каналов;	8 аналоговых каналов тока или напряжения (2 группы по 4 канала)
PM7-W	Измерение действующих значений напряжений и токов фаз; Измерение частоты сети; Измерение мощности;	3 аналоговых каналов напряжения, 4 аналоговых канала тока
PM7-E	Измерение действующих значений напряжений и токов фаз; Измерение частоты сети; Расчет действующих значений прямой, обратной и нулевой последовательностей токов и напряжений; Измерение мощности;	3 аналоговых каналов напряжения, 4 аналоговых канала тока
	Контроль состояния дискретных входов	8 дискретных каналов напряжения
AIN8	Измерение действующих значений напряжений или токов	8 аналоговых каналов тока или напряжения (в зависимости от конфигурации)
DIN16 DIN32	Контроль состояния дискретных входов	16/32 дискретных каналов напряжения
DOUT8 DOUT16	Телеуправление	8/16 каналов
MTU5	Контроль состояния дискретных входов	8 дискретных каналов напряжения 3 канала контроля наличия напряжения
	Управление каналами ТУ	3 канала

1.6.1 Обработка информации

Контроллером производится обработка информации, полученной от модулей в его составе:

- анализ состояния коммутационных аппаратов КП;
- разрешение/запрет управления КА;
- анализ аварийного отключения выключателя;
- работа алгоритмов ОБР;
- контроль выполнения команд управления коммутационными аппаратами (управление с обратной связью);

1.6.1.1 Обработка сигналов состояния коммутационного оборудования

Состояние коммутационных аппаратов оценивается контроллером присоединения по двум сигналам (два ТС) от концевых выключателей, установленных на коммутационном оборудовании. В результате обработки состояния коммутационного аппарата передается один двухбитовый (Double Point Status) сигнал с соответствующим признаком качества.

При обработке сигналов, полученных по цифровым каналам, учитываются признаки качества входных сигналов. При формировании выходного сигнала приоритетно используются данные с хорошим качеством сигнала.

Также реализована проверка времени переключения КА. Время выполнения переключений для каждого КА задается при конфигурации. По результатам проверки формируется признак достоверности и аварийный сигнал при аварии. В случае пофазного контроля состояния коммутационного аппарата на нижнем уровне системы формируется сигнал о неполнофазном режиме. Алгоритмы обработки сигналов о состоянии коммутационного аппарата разработаны в соответствии с СТО 56947007-29.200.80.210-2015 Контроллеры присоединения. Типовые технические требования. Приложение В.

1.6.1.2 Разрешение/запрет управления КА

В контроллере предусмотрено наличие программной (ключ режима) блокировки, исключающей одновременное управление с разных рабочих мест. В контроллере также предусмотрено наличие логики технологических блокировок (от некорректного положения разъединителей, неполнофазного режима, от «прыгания», от несинхронного включения и т.п.). Следующие события передаются на верхний уровень и фиксируются в журнале событий:

- изменение режима управления коммутационными аппаратами с индикацией текущего уровня управления:
 - «местное» (шкаф)
 - «дистанционное» (АРМ/ЦУС/ДЦ).
- действия оперативного персонала по управлению электрооборудованием с указанием метки времени, способа управления

1.6.1.3 Сигнализация аварийного отключения выключателя

Контроллер присоединения формирует сигнал аварийного отключения при изменении положения выключателя без команды от уровня управления или при срабатывании МП РЗА. При возникновении указанных условий формируется сигнал, находящийся в активном состоянии до момента квитирования. Алгоритмы обработки сигналов о состоянии коммутационного аппарата разработаны в соответствии с СТО 56947007-29.200.80.210-2015 Контроллеры присоединения. Типовые технические требования. Приложение Г.

1.6.1.4 Реализация алгоритмов блокировки КА

Алгоритмы оперативной блокировки используют в качестве входных данных результаты работы алгоритмов анализа состояния коммутационных аппаратов. В результате работы алгоритма формируется сигнал на разрешения управления коммутационным аппаратом.

Результат работы алгоритма выводится на выходное реле разрешения управления (модулей телемеханики или телеуправления). Сигналы от смежных присоединений влияют на состояния оперативной блокировки заданного коммутационного аппарата, согласно заданного алгоритма. Информация от смежных присоединений передается по цифровым интерфейсам в протоколе МЭК 61850-8-1 с помощью GOOSE сообщений, в которых включена информация о качестве сигнала положения коммутационного аппарата. В терминалах подписчика (приемниках) GOOSE сообщений осуществляется контроль времени прихода GOOSE сообщений. В случае отсутствия GOOSE сообщения сигнал в алгоритме изменяет свое качество. Качество сигнала из GOOSE сообщения учитывается в алгоритме блокировки. Сигнал с качеством отличным от действительного производит разрыв цепочки на разрешение кроме случаев, когда предусмотрена параллельная цепочка на разрешение блокировка.

Информация о неисправности цифрового канала, используемого для осуществления блокировки, передается на верхний уровень системы в виде сигнала «Неисправность цифрового канала оперативной блокировки» и отображается в виде светодиодной индикации на передней панели контроллера присоединения.

Неисправность цифрового канала GOOSE оценивается отдельно по каждому источнику GOOSE сообщений. При отсутствии GOOSE сообщений в течение заданного периода (удвоенного времени жизни GOOSE) от одного из устройств нижнего уровня, подписчики на данные сообщения формируют сигнал «Неисправность цифрового канала оперативной блокировки с устройством». Предусмотрена возможность включения в алгоритм оперативной блокировки алгоритма ручного ввода положения коммутационного аппарата. В этом случае в качестве входных данных алгоритма будет использоваться информация ручного ввода. В случае ручного ввода в качестве сигнала предусмотрен соответствующий признак (в МЭК 61850-8-1) источник (source) должен быть подстановочный (substituted).

При отображении схемы оперативной блокировки значения сигналов с подстановочным признаком выделяются цветом. При наличии в собранной логической цепочке на разрешение управления коммутационным аппаратом сигнала с признаком подстановки результат алгоритма будет иметь признак подстановки. В случае наличия альтернативных логических цепочек, на разрешение управления коммутационным аппаратом с хорошим качеством сигнала без признака подстановки, сигнал на выходе не имеет признака подстановки.

Вывод оперативной блокировки осуществляется одним из двух способов:

- с помощью съемного нетипового ключа;
- путем ввода пароля на лицевой панели микропроцессорного терминала управления коммутационными аппаратами.

1.6.1.5 Блокировка разъединителей

Алгоритм работы контроллера присоединения предусматривает блокировку разъединителей. Блокировка разъединителей предотвращает:

- Включение и отключение разъединителями оборудования под напряжение и ввод в работу за исключением случаев, предусмотренных § 6.8.11 «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей».
- Включение и отключение уравнильных токов, превышающих коммутационную способность разъединителей, а также несинхронные включения.

1.6.2 Телесигнализация

Телесигнализация - контроль дискретных параметров (положение коммутационных аппаратов, ключей управления, состояние устройств питания оперативным током и устройств защиты). В качестве датчиков ТС используются контактные группы, имеющие два состояния замкнут/разомкнут, выведенные на внешние клеммы шкафов силового оборудования.

Модули, выполняющие функции телесигнализации, имеют каналы ввода с программным выбором уровня контролируемого напряжения переменного или постоянного тока. Для надежной работы каналов телесигнализации (отсутствия ложных срабатываний и пропусков импульсов) в условиях сильных электромагнитных помех микропроцессором модуля непрерывно выполняется цифровая обработка сигнала по каждому дискретному входу с возможностью отстройки от помех в интервале длительности от 5 до 7 мс.

Электропитание схемы контроля осуществляется напряжением 220В.

Метка времени телесигнала, сформированного по изменению, присваивается в модуле, осуществляющем телесигнализацию в момент изменения уровня потенциала (с уровня логической единицы до уровня логического нуля, либо наоборот). Далее сигнал передается на верхний уровень с меткой времени, присвоенной в момент формирования сигнала.

1.6.3 Телеуправление

Модули контроллера присоединения обеспечивают гальваническое разделение контроллера присоединения с внешними цепями.

В контроллере присоединения реализована возможность выполнения передачи команд управления:

- непосредственно - контрольным кабелем на исполнительный механизм привода;
- по цифровым каналам связи на МП устройство РЗА;
- «сухим» контактом на дискретный вход МП устройства РЗА

1.6.3.1 Управление выключателем

Конструкция оборудования обеспечивает выполнение команд телеуправления силовыми выключателями (телевключение; телеотключение). Все управляемые присоединения оснащаются моторными приводами в комплекте с платами управления, а на выходные внешние клеммы силового оборудования выводятся соответствующие цепи управления.

При управлении коммутационными аппаратами требуется выполнить ряд технических требований:

- 1) Исключение возможности выдачи ложной команды ТУ;
- 2) Обеспечение возможности диагностики работоспособности канала ТУ
- 3) Обеспечение одновременно с командами управления выдачи команд на блокировку АПВ, или разрешение фиксации

Проверка достоверности значений дискретных параметров, сигнализирующих о положении КА, посредством контроля информации от вспомогательных контактов цепей сигнализации положения КА в соответствии с таблицей 20.

Таблица 19 – Сигнализация положения КА

Положение вспомогательных контактов цепей сигнализации положения КА	Положение КА
Замыкающий контакт ¹⁾ замкнут Размыкающий контакт ²⁾ разомкнут	Включен
Замыкающий контакт разомкнут Размыкающий контакт замкнут	Отключен

Положение вспомогательных контактов цепей сигнализации положения КА	Положение КА
Замыкающий контакт разомкнут Размыкающий контакт разомкнут	Промежуточное положение (по истечении заданного интервала времени - неисправность, положение КА не определено)
Замыкающий контакт замкнут Размыкающий контакт замкнут	Неисправность, положение КА не определено
¹⁾ Замыкающий контакт: контакт управления или вспомогательный контакт, который замкнут, когда замкнуты главные контакты контактного КА, и разомкнут, когда главные контакты разомкнуты. ²⁾ Размыкающий контакт замкнут при отключенном положении КА.	

При подаче любой команды ТУ в первую очередь происходит проверка каналов управления устройства, с исключением возможности выдачи управляющего воздействия на исполнительные цепи. При неисправности одного из элементов тракта, на верхний уровень выдается сообщение о неисправности. В случае если неисправность не обнаружена, команда управления продолжает выполняться.

Команды управления могут быть получены от вышестоящего уровня управления, либо сформированы в результате функционирования автоматических алгоритмов в контроллере контролируемого пункта.

1.6.3.2 Управление сигнальными реле

Для выдачи команд телеуправления типа «сигнальное реле» используются модули DOUT8 и DOUT16.

Контроллер может производить коммутацию реле как в импульсном режиме (при получении команды ТУ, соответствующий канал принимает замкнутое состояние на заданное уставкой время, после чего размыкается), так и с фиксацией (при получении команды ТУ, соответствующий канал переходит в заданное состояние, и остается в нем до получения следующей команды ТУ).

Для работы по интерфейсам RS-485 используются протоколы МЭК 870-5-101 или Modbus RTU

1.6.4 Телеизмерение

При вводе аналоговых сигналов контроллером осуществляется:

- измерение с присвоением метки времени;
- оценка достоверности;
- первичная обработка измерений.

Также контроллером осуществляется первичная обработка измерений, в ходе которой выполняется:

- масштабирование (вычисление реальных значений физических величин в именованных единицах с учетом коэффициентов трансформации ТТ, ТН и т.д.);
- вычисление расчетных величин (линейные напряжения по фазным, $3U_0$ и $3I_0$, вычисление активной и реактивной мощности, $\cos \varphi$ и т. д.);
- контроль выхода параметра за заданные пределы (апертуру), устанавливаемые вокруг последнего зафиксированного значения сигнала;
- поочередную обработку значений сигналов, нарушивших апертуру; - присвоение метки времени;

- проверка достоверности измеренных значений.

Для аналоговых сигналов производится проверка достоверности измеренных значений.

1.6.4.1 Измерение параметров сети

Для выполнения телеизмерений напряжения используются цепи измерения напряжения модулей РМ7. Для выполнения телеизмерения силы тока, на контролируемых присоединениях используются стационарные трансформаторы тока. Измерительные цепи от трансформаторов тока выводятся на проходные клеммники. Проходные клеммы измерительных цепей трансформаторов тока обеспечивают возможность закорачивания вторичных цепей трансформаторов при замене измерительных модулей.

Набор измеряемых параметров модулей РМ7 приведен в разделе 1.4.7.1 настоящего РЭ.

Измерения осуществляются от измерительных трансформаторов тока и напряжения напрямую без использования промежуточных преобразователей с:

- $I_{\text{ном}}$ 1 А; 5 А
- $U_{\text{ном}}$ 57,7 В; 100 В.

Величины, измеряемые модулем РМ7:

- Активная энергия по фазам.
- Реактивная энергия по фазам.
- Полная энергия по фазам.
- Суммарная активная энергия.
- Суммарная реактивная энергия.
- Суммарная полная энергия.
- $\cos \phi$ фазный и общий.
- Напряжение нулевой последовательности.
- Напряжение прямой последовательности.
- Напряжение обратной последовательности.
- Коэффициент несимметрии напряжений.
- Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.
- Ток нулевой последовательности.
- Ток прямой последовательности.
- Ток обратной последовательности.

Также модули РМ7 обеспечивает измерение активной и реактивной энергии в прямом и обратном направлении по каждой фазе и суммарно по трем фазам.

Длительная перегрузочная способность входов напряжения не менее $1,5 U_{\text{ном}}$.

Длительная перегрузочная способность токовых входов не менее $1,2 I_{\text{ном}}$

Потребление модулей РМ7 на фазу:

- по цепям переменного тока при $I_{\text{ном}}$ не более 1,0 ВА;
- по цепям переменного напряжения при $U_{\text{ном}}$ не более 2,0 Вт и 10 ВА 5.

Длительность цикла измерения и опроса не более 0,1 с.

С помощью уставок задается дополнительная фильтрация высокочастотных помех аналоговых каналов. Также возможно задействовать функцию отсечения малых значений измеряемых токов и напряжений фаз. В этом случае значения токов и напряжений ниже порога будут приравняться нулю.

Для предотвращения перегрузок каналов связи, передача сигналов ТИ (тока и напряжения) на верхний уровень производится по заданным значениям апертур.

1.6.4.2 Аналоговые измерения

Для аналоговых измерений используется модуль АIN8. Модули АIN8 обеспечивают возможность приема аналоговых сигналов тока 4-20 мА и напряжения 0-10 В по ГОСТ 26.011.

1.6.5 Модули питания

Блоки питания TOPAZ PW выполнены по схеме однотактного обратноходового преобразователя, имеет фильтр радиопомех на входе и гальваническую развязку между входом и выходом.

В блоке питания предусмотрена защита от перегрузки и короткого замыкания нагрузки с автовозвратом. При коротком замыкании или перегрузке блок питания переходит в режим перезапуска, выходное напряжение снижается до нуля и соответствующий светодиод гаснет или работает в мигающем режиме. При восстановлении нормальных параметров цепей нагрузки блок питания восстанавливает номинальное значение выходного напряжения.

Для обеспечения отвода тепла, выделяющегося при работе блока питания, в корпусе предусмотрены вентиляционные отверстия.

На лицевой панели блока расположены индикаторы наличия входного и выходного напряжений.

Для соединения с входными и выходными цепями блок питания оснащен двумя группами клеммных соединителей (под винт), расположенных на верхней и нижней гранях корпуса.

1.6.6 Графическая панель

Графическая панель управления контроллера присоединения обеспечивает локальную визуализацию состояния работы оборудования присоединения, управление коммутационными аппаратами, ввод/вывод из работы блокировки, буфер событий, логику оперативных блокировок. Человеко-машинный интерфейс контроллера присоединения имеет интерфейс на русском языке. Для контроллера присоединения предусмотрено наличие графических библиотек мнемосимволов для отображения первичного оборудования подстанции. Для корректировки мнемосхем, добавления или изменения мнемосимволов предусмотрен графический редактор TOPAZ GRAPHICS.

ИЧМ НМІ7 выполнен в стандартном модульном 3U корпусе, предназначенном для размещения в 19-дюймовой стойке.

ИЧМ НМІ15 представляет собой встраиваемый сенсорный монитор 15".

2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Контроллер присоединения применяется для построения систем АСУ ТП и ССПИ в качестве устройства сбора и обработки аналоговой и дискретной информации о состоянии объекта, а также управления коммутационным оборудованием.

Контроллер предназначен для контроля одного или нескольких присоединений.

Также контроллер присоединения используется для внедрения при создании Цифровой подстанции. Контроллер присоединения позволяет передавать данные на верхний уровень системы и обмениваться данными с другими устройствами по протоколу МЭК 61850-8-1, а также принимать данные по протоколу МЭК 61850-9-2 от устройств Merging Unit и, при необходимости, передавать их на верхний уровень системы. Контроллер присоединения также опрашивает устройства, не поддерживающие стандарт МЭК 61850 по другим протоколам (МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-103, Modbus RTU/ASCII, SPA-Bus), что позволяет подключить (интегрировать) эти устройства к единой информационной среде в стандарте МЭК 61850.

Сетевые интерфейсы для подключения к станционной информационной сети поддерживают резервирование (PRP, HSR), что позволяет повысить надежность и работоспособности системы. В зависимости от используемой сетевой топологии могут работать в различных режимах резервирования (независимо, с переключением портов, в режиме сетевого моста, в режиме PRP и др.).

Контроллер имеет модульную структуру, и устанавливается в местах, имеющих дополнительную защиту от влияния окружающей среды – помещения, специализированные шкафы и стойки. Монтаж осуществляется в стойку 19" (монтажный кронштейн высотой 3U) или на монтажную рейку (DIN-профиль 35 мм).

3 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Вся обязательная информация по маркировке нанесена на лицевой и боковой панели. Маркировка выполнена способом, обеспечивающим ее сохранность на все время эксплуатации устройства в соответствии с ГОСТ IEC 60950-1. Перечень информации, содержащейся в маркировке на лицевой панели:

- наименование и условное обозначение;
- назначение светодиодов устройства;
- назначение клеммных соединений и разъемов устройства.
- Перечень информации, содержащейся в маркировке на боковой панели:
 - наименование и условное обозначение;
 - товарный знак;
 - порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
 - дата изготовления;

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним электрическим элементам корпус устройства должен быть опломбирован путем нанесения саморазрушающейся наклейки.

4 УПАКОВКА

Устройства размещаются в коробке из гофрированного картона. Упаковка устройства обеспечивает его защиту от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

Эксплуатационная документация уложена в потребительскую тару вместе с устройством.

В потребительскую тару вложена товаросопроводительная документация, в том числе упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и условное обозначение;
- дату упаковки;
- подпись лица, ответственного за упаковку.

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание контроллера заключается в профилактических осмотрах.

При профилактическом осмотре должны быть выполнены следующие работы:

- проверка обрыва или повреждения изоляции проводов и кабелей;
- проверка надежности присоединения проводов и кабелей;
- проверка отсутствия видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе контроллера.

Периодичность профилактических осмотров контроллера устанавливается потребителем, но не реже 1 раз в год.

Эксплуатация контроллера с повреждениями категорически запрещается.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование контроллера должно производиться в упаковке предприятия-изготовителя любым видом транспорта, защищающим от влияний окружающей среды, в том числе авиационным в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов.

Размещение и крепление в транспортных средствах упакованного контроллера должно обеспечивать его устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

Укладывать упакованные контроллеры в штабели следует согласно правилам и нормам, действующим на соответствующем виде транспорта, чтобы не допускать деформации транспортной тары при возможных механических перегрузках.

При погрузке и выгрузке запрещается бросать и кантовать контроллеры.

После продолжительного транспортирования при отрицательных температурах приступать к вскрытию упаковки не ранее 12 часов после размещения контроллеров в отапливаемом помещении.

Контроллеры следует хранить в закрытой упаковке предприятия-изготовителя на стеллаже в сухом отапливаемом и вентилируемом помещении, при этом в атмосфере помещения должны отсутствовать пары агрессивных жидкостей и агрессивные газы.

Упаковка обеспечивает защиту контроллера от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

Средний срок сохранности в потребительской таре в отапливаемом помещении, без консервации - не менее 2 лет.

нормальные климатические факторы хранения:

- температура хранения $+20 \pm 5$ °С;
- значение относительной влажности воздуха: 30-80 %.

Предельные климатические факторы хранения и транспортирования:

- температура от минус 55 до плюс 80 °С;
- влажность (при температуре не более 30 °С) до 100 %.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

Устройства не представляют опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Устройства не содержат драгоценных и редкоземельных металлов.

После окончания срока службы, специальных мер по подготовке и отправке устройств на утилизацию не предусматривается.

8 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

8.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности

К эксплуатации устройства должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и обладающие базовыми знаниями в области средств вычислительной техники.

Устройство может размещаться вне взрывоопасных зон как на открытом воздухе, так и в помещении. При этом устройство должен быть защищен от прямого воздействия атмосферных осадков. Рабочее положение – вдоль DIN-рейки.

Для нормального охлаждения устройства, а также для удобства монтажа и обслуживания, при монтаже устройства сверху и снизу необходимо предусмотреть свободное пространство не менее 40 мм. Принудительная вентиляция не требуется.



- Производитель не несет ответственность за ущерб, вызванный неправильным монтажом, нарушением правил эксплуатации или использованием оборудования не по назначению.
- Во время монтажа, эксплуатации и технического обслуживания оборудования необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».
- Монтаж и эксплуатацию оборудования должен проводить квалифицированный персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже 3 и аттестованный в установленном

порядке на право проведения работ в электроустановках потребителей до 1000 В.

- На лице, проводящем монтаж, лежит ответственность за производство работ в соответствии с настоящим руководством, требованиями безопасности и электромагнитной совместимости.
- В случае возникновения неисправности необходимо отключить питание от устройства, демонтировать и передать его в ремонт производителю.

8.2 Монтаж

8.2.1 Подготовка к монтажу

Распаковывание устройства следует производить после выдержки упаковки в нормальных условиях не менее двух часов.

При распаковывании следует соблюдать следующий порядок операций:

- открыть коробку;
- из коробки извлечь:
 - вкладыш;
 - комплект монтажный;
 - устройство.
- произвести внешний осмотр устройства:
 - проверить отсутствие видимых внешних повреждений корпуса и внешних разъемов;
 - внутри устройства не должно быть незакрепленных предметов;
 - изоляция не должна иметь трещин, обугливания и других повреждений;
 - маркировка устройства, комплектующих изделий должна легко читаться и не иметь повреждений.

8.2.2 Установка на DIN-рейку

Устройство устанавливается в стойку 19" (монтажный кронштейн высотой 3U) или на монтажную рейку (DIN-профиль 35 мм) в следующей последовательности:

- корпус устройства ставится на рейку, цепляясь верхними выступами;
- корпус опускается вниз относительно верхнего выступа до щелчка.



ВНИМАНИЕ! МОНТАЖНАЯ РЕЙКА (МОНТАЖНЫЙ КРОНШТЕЙН) ДОЛЖНА БЫТЬ ЗАЗЕМЛЕНА.

8.2.3 Внешние подключения

Внешние подключения осуществляются с помощью разъемов MSTBT 2,5/4-ST проводами сечением до 1,5 мм².



Рисунок 1 – Внешний вид разъема MSTBT 2,5/4-ST

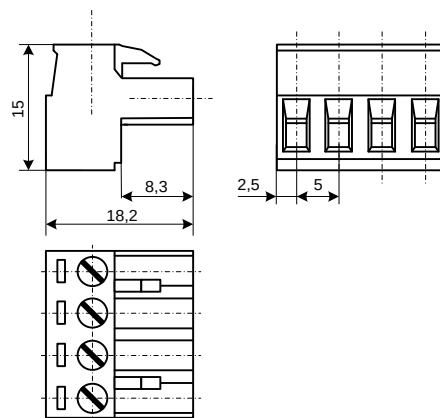


Рисунок 2 – Габаритные размеры разъема MSTBT 2,5/4-ST



ВНИМАНИЕ! ПОДКЛЮЧЕНИЕ К КЛЕММАМ УСТРОЙСТВА ПРОИЗВОДИТЬ ПРИ ОБЕСТОЧЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

ВНИМАНИЕ! ПРИ ПРОВЕРКЕ ГОТОВНОСТИ К РАБОТЕ ПРОВЕРИТЬ ПРАВИЛЬНОСТЬ ПОДКЛЮЧЕНИЙ, КРЕПЛЕНИЕ КЛЕММНИКОВ.

8.2.4 Шина T-BUS

Шина T-BUS представляет собой 5-ти проводную шину, составленную из произвольного количества единичных T-образных шинных соединителей ME 22,5 T-BUS 1,5/5-ST-3,81, крепящихся к DIN-рейке с помощью защелок. Шина T-BUS предназначена для обеспечения питания установленных на ней устройств TOPAZ и объединения в единую линию связи типа «общая шина».

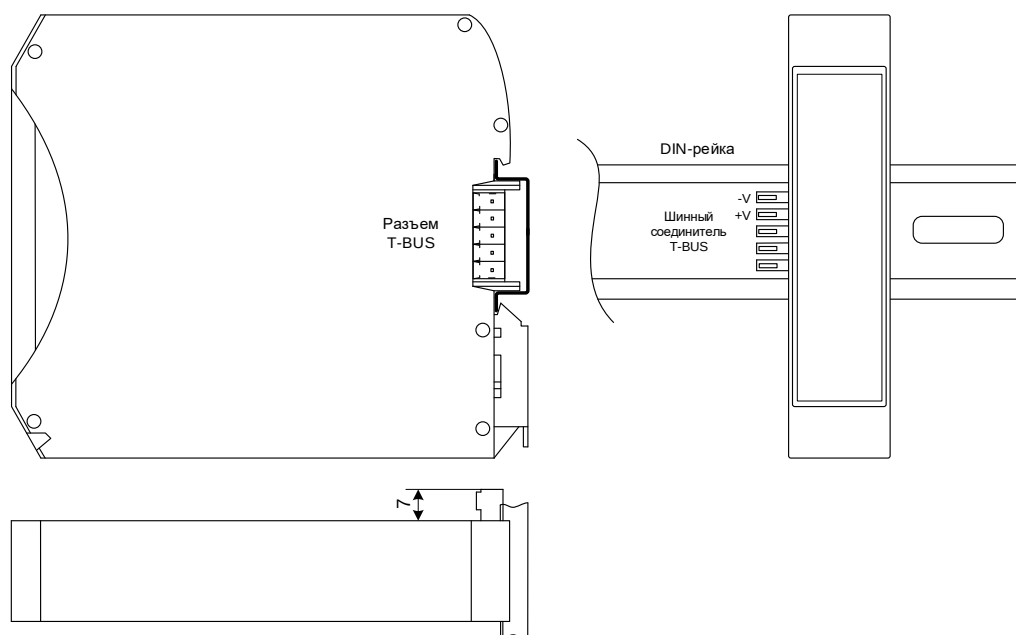


Рисунок 3 – Размещение устройства на DIN-рейке с шиной T-BUS



ВНИМАНИЕ! ПРИ УСТАНОВКЕ УСТРОЙСТВА НА ШИНУ T-BUS НЕОБХОДИМО КОНТРОЛИРОВАТЬ ПОЛОЖЕНИЕ КЛЕММ ШИННОГО СОЕДИНИТЕЛЯ T-BUS ОТНОСИТЕЛЬНО РАЗЪЕМА T-BUS НА ТЫЛЬНОЙ СТОРОНЕ КОРПУСА.

Для подключения к шине T-BUS монтажных проводов используются штекеры MC 1,5/5 ST 3,81 и IMC 1,5/5 ST 3,81. На рисунке ниже приведен внешний вид шиты T-BUS в сборе, где:

А – шинный соединитель ME 22,5 T-BUS 1,5/5-ST-3,81

В – штекер MC 1,5/5-ST-3,81

С – штекер IMC 1,5/5-ST-3,81

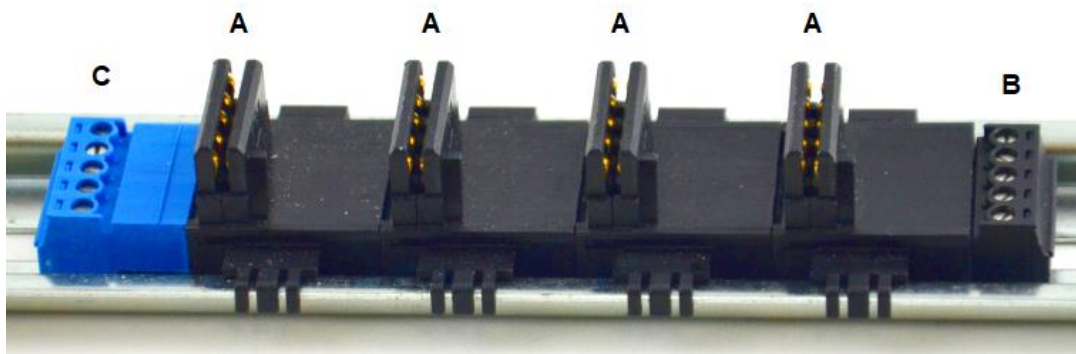


Рисунок 4 – Внешний вид шины T-BUS



Примечание Штекер IMC 1,5/5-ST-3,81 не входит в стандартный комплект поставки устройства.

8.2.5 Подключение питания

Для исполнения по питанию 24В подача питания осуществляется на клеммы +V и –V шины T-BUS. Для исполнений HV и 2HV питание подается на клеммы 220 В блока (блоков) питания в составе КП и далее передается на остальные модули в составе КП, подключенные к шине T-BUS.

При наличии напряжения питания модуля загорится индикатор **PWR**.

При подключении источника питания постоянного тока к каналу питания 220 В, полярность значения не имеет.

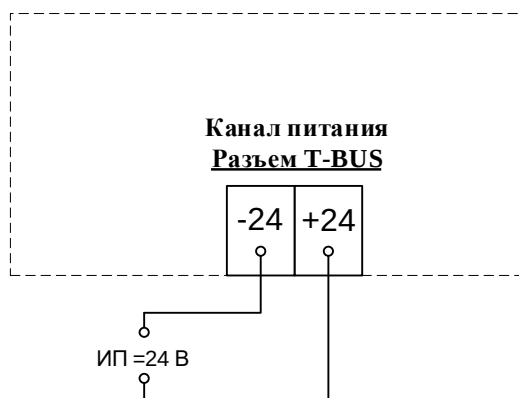


Рисунок 5 – Схема подключения питания КП стандартного исполнения

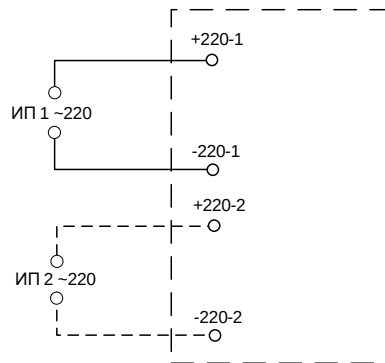


Рисунок 6 – Схема подключения питания исполнения HV, 2HV



ВНИМАНИЕ! ОДНОВРЕМЕННОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ ПИТАНИЯ 24 В И 220 В НЕ ПОДДЕРЖИВАЕТСЯ.

ВНИМАНИЕ! СЕТЬ ПИТАНИЯ ($\approx$ /= 220 В) ДОЛЖНА ИМЕТЬ ПРОВОД ЗАЗЕМЛЕНИЯ.

8.2.5.1 Подача питания на шину T-BUS

Рекомендуемое напряжение питания шины T-BUS 24 В. Подача питания на шину T-BUS осуществляется одним из следующих способов:

- от внешнего источника питания, подключенного к шине с помощью штекера;
- от источника питания TORAZ, установленного на шине.



ВНИМАНИЕ! НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ, ЧТОБЫ НОМИНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ШИНЫ T-BUS ВХОДИЛО В ДОПУСТИМЫЙ ДИАПАЗОН ПИТАНИЯ ДЛЯ КАЖДОГО УСТРОЙСТВА TORAZ, УСТАНОВЛЕННОГО НА ШИНЕ. НОМИНАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ И ДОПУСТИМЫЕ ДИАПАЗОНЫ ПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ TORAZ ПРИВЕДЕНЫ В РУКОВОДСТВАХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА.



ВНИМАНИЕ! НЕДОПУСТИМО ПОДАВАТЬ ВНЕШНЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПИТАНИЯ 110/220 В НА ШИНУ T-BUS, ТАК КАК ЭТО ПРИВЕДЕТ К ВЫХОДУ ИЗ СТРОЯ ПОДКЛЮЧЕННЫХ К НЕЙ УСТРОЙСТВ.

8.2.6 Подключение к сети Ethernet

Подключение к сети Ethernet осуществляется, используя промышленные коммутаторы, объединенные в локальную технологическую сеть с кольцевой или иной топологией (рекомендуется применять экранированные кабели и патч-корды).

8.2.6.1 Подключение оптоволоконных портов Ethernet

При подключении устройства по оптическому интерфейсу Ethernet используется две оптоволоконные линии. Одна из оптических линий используется для передачи от устройства 1 к устройству 2, а другая от устройства 2 к устройству 1, формируя, таким образом, полнодуплексную передачу данных.

Необходимо соединить Tx-порт (передатчик) устройства 1 с Rx-портом (приемник) устройства 2, а Rx-порт устройства 1 с Tx-портом устройства 2. При подключении кабеля

рекомендуется обозначить две стороны одной и той же линии одинаковой буквой (А-А, В-В, как показано ниже).

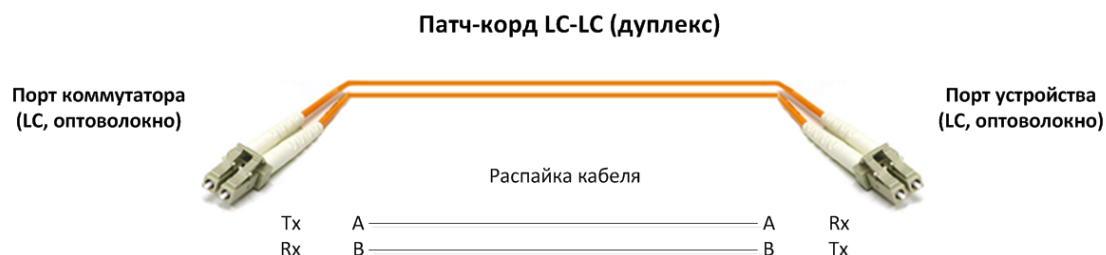


Рисунок 7 – Схема подключения оптоволоконного кабеля



ВНИМАНИЕ! УСТРОЙСТВО ЯВЛЯЕТСЯ ПРОДУКТОМ КЛАССА CLASS 1 LASER/LED. ИЗБЕГАЙТЕ ПРЯМОГО ПОПАДАНИЯ В ГЛАЗ ИЗЛУЧЕНИЯ LASER/LED.

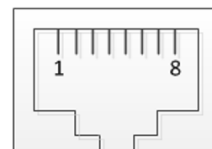
8.2.6.2 Подключение Ethernet-портов 10/100 BaseT(X)

Порты 10/100BaseTX, расположенные на передней панели, используются для подключения Ethernet-устройств.

На рисунке ниже схема расположения контактов для портов MDI (подключение устройств пользователя) и MDI-X (подключение коммутаторов/концентраторов), а также показана распайка прямого и перекрестного Ethernet-кабелей.

Таблица 20 – Назначение контактов

Контакт	Сигнал
порт MDI	
1	Tx+
2	Tx-
3	Rx+
6	Rx-
порт MDI-X	
1	Rx+
2	Rx-
3	Tx+
6	Tx-



8-контактный порт RJ45

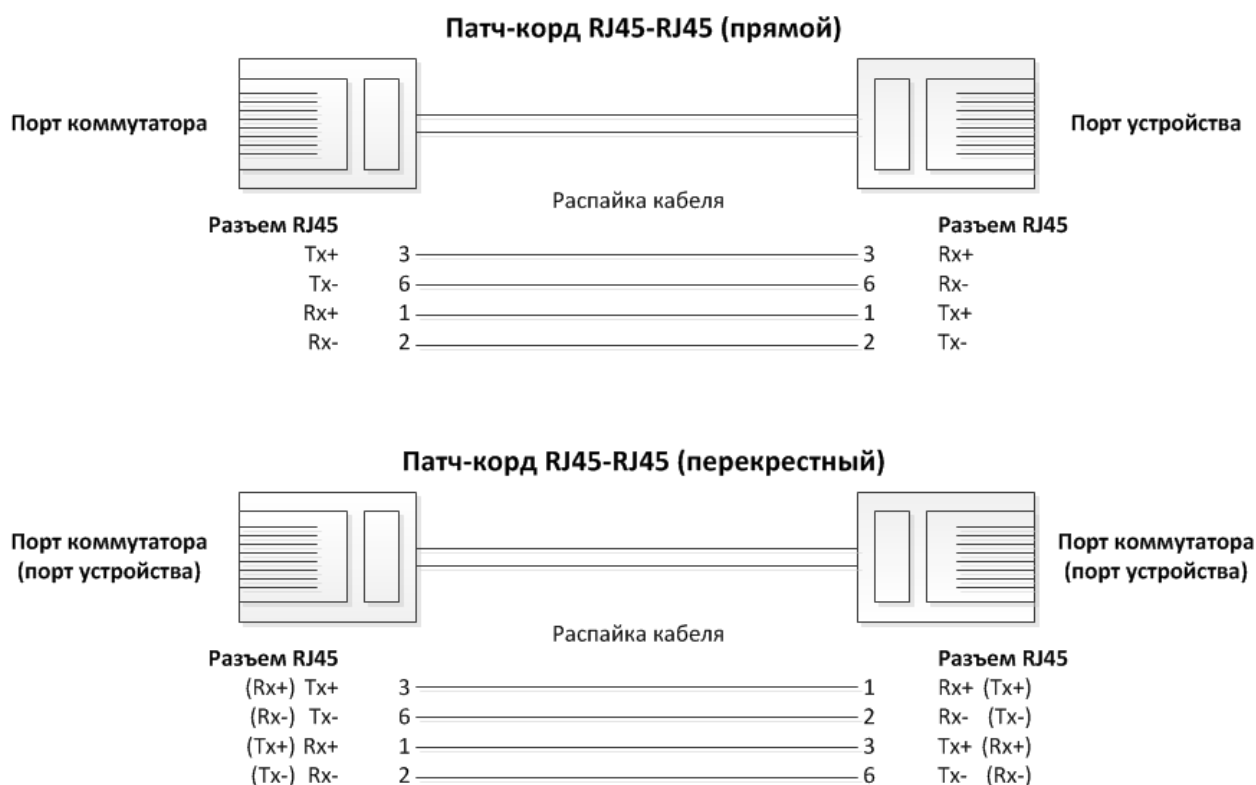


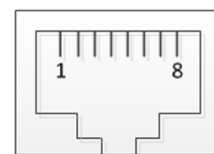
Рисунок 8 – Схема соответствия контактов

8.2.6.3 Подключение Ethernet-порта 1000BaseT(X)

Данные с порта 1000BaseT(X) передаются по дифференциальной сигнальной паре TRD+/- с помощью медных проводов.

Таблица 21 – Назначение контактов

Контакт	Сигнал
порт MDI/MDI-X	
1	TRD (0) +
2	TRD (0) -
3	TRD (1) +
4	TRD (2) +
5	TRD (2) -
6	TRD (1) -
7	TRD (3) +
8	TRD (3) -



8-контактный порт RJ45

8.2.7 Подключение к сетям последовательной передачи

8.2.7.1 Подключение к сетям RS-485

Схема подключения к внешним сетям RS-485 приведена на рисунке 9. Назначение контактов клеммных блоков RS-485 приведено на рисунке 10. Клеммы подключения к интерфейсу RS-485-1 контроллерной платы устройства дублированы на шине T-BUS.

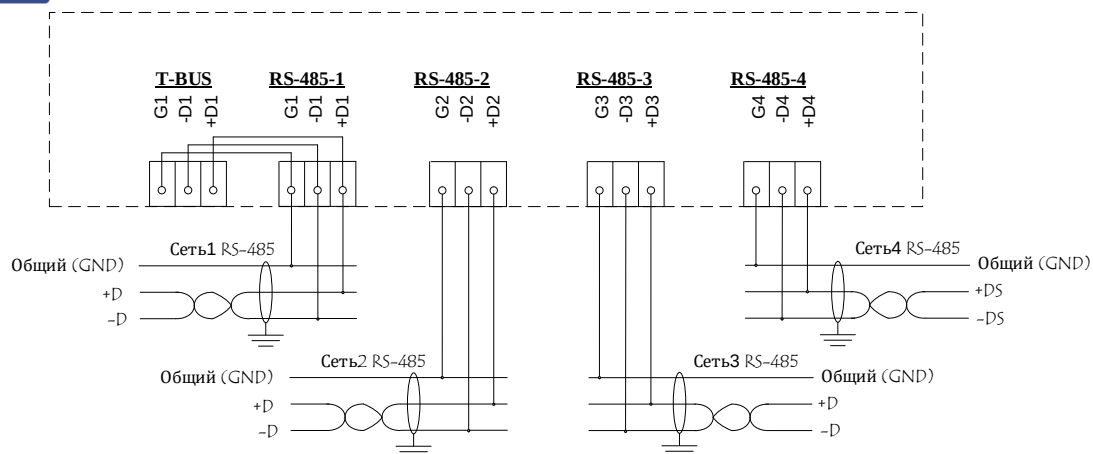


Рисунок 9 – Схема подключения устройства к сетям RS-485.

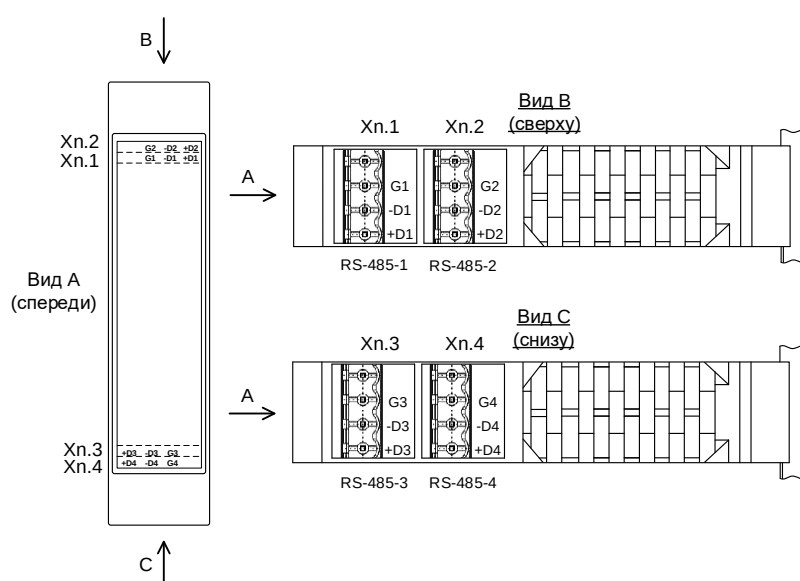


Рисунок 10 – Назначение контактов клеммных блоков RS-485.

8.2.7.2 Подключение к сетям RS-422

Схема подключения к сети RS-422 приведена на рисунке 11. Назначение контактов клеммных блоков RS-422 приведено на рисунке 12. Сопротивление согласующего резистора (R_T) рассчитывается в соответствии с длиной и волновым сопротивлением кабеля.



ВНИМАНИЕ! СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ УСТРОЙСТВА ЗАВИСИТ ОТ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ВЕДУЩЕГО (MASTER) ИЛИ ВЕДОМОГО (SLAVE), КАК ПОКАЗАНО НА РИСУНКЕ 11.

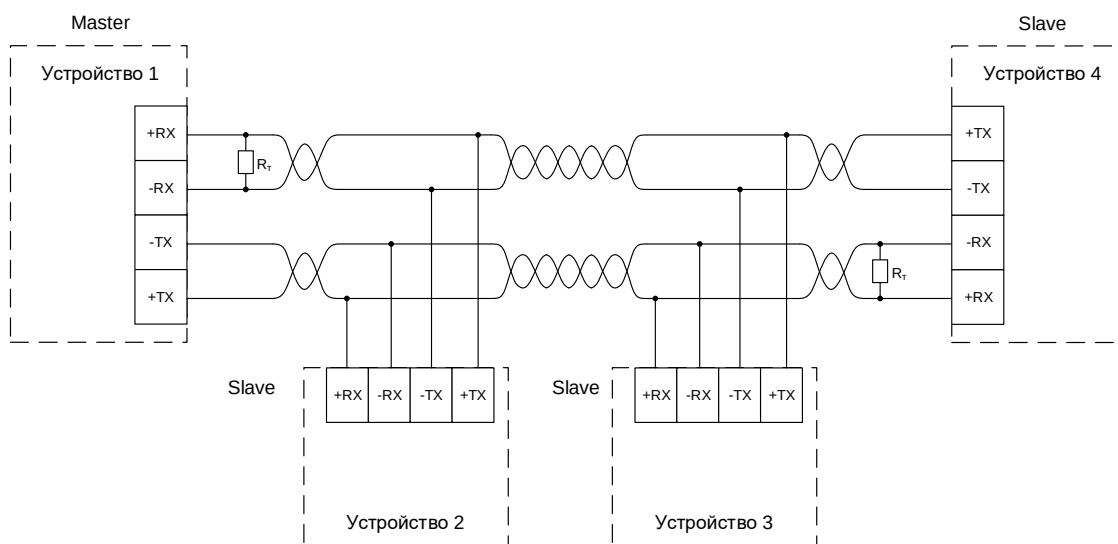


Рисунок 11 – Схема подключения устройств к сети RS-422.

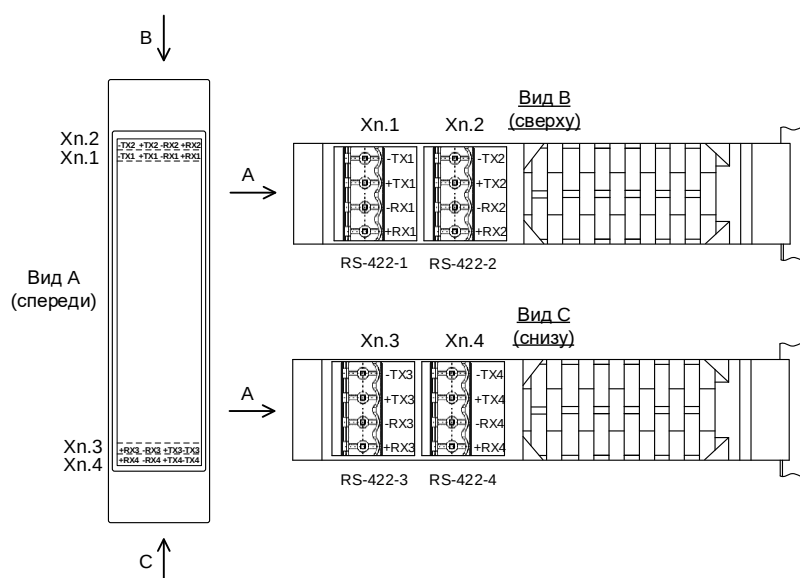


Рисунок 12 – Назначение контактов клеммных блоков RS-422.

8.2.8 Подключение интерфейса человек-машина

Подключение сенсорного монитора **TOPAZ HMI15** осуществляется посредством двух кабелей: кабеля передачи видео данных **HDMI - DVI-D** и кабеля передачи данных сенсорного экрана **USB**, как показано на рисунке ниже.

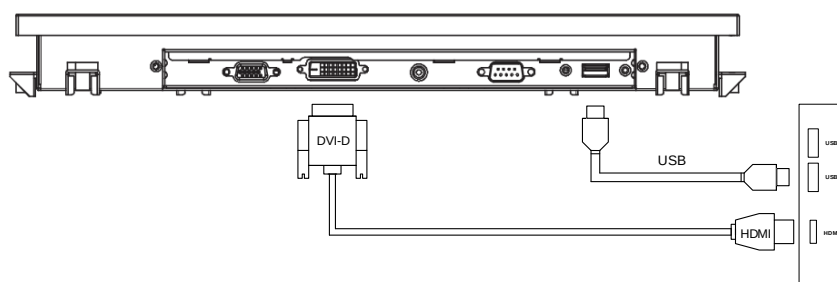


Рисунок 13 – Подключение каналов ввода/вывода монитора

Подключение других сенсорных мониторов, а также кнопочной панели ТОРАЗ НМ17 производится по схеме аналогичной схеме подключения сенсорного монитора НМ15.

8.2.9 Подключение каналов телесигнализации



ВНИМАНИЕ! ПИТАНИЕ КАНАЛОВ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ ГРУППОВОЕ. НЕДОПУСТИМО ПОДКЛЮЧАТЬ НЕСКОЛЬКО РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ К ОДНОЙ ГРУППЕ КАНАЛОВ.

8.2.9.1 Модули DIN16, DIN32

Каналы телесигнализации разделены на две группы, объединенные следующим образом:

- группа 1 – с DI1 по DI16;
- группа 2 – с DI17 по DI32.

Схемы подключения каналов ТС группы 1 приведены на рисунках 14 - 16. Схемы подключения каналов группы 2 аналогичны схемам подключения каналов группы 1.

При питании от внешнего источника питания для группы каналов 1 используются клеммы COM1, для группы каналов 2 – клеммы COM2. При питании от внутреннего источника питания для группы каналов 1 используются клеммы +12V1, для группы каналов 2 – клеммы +12V2.

Модуль допускает подключение каждой группы каналов по любой из приведенных ниже схем.



ВНИМАНИЕ! ПИТАНИЕ КАНАЛОВ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ ГРУППОВОЕ. НЕДОПУСТИМО ПОДКЛЮЧАТЬ НЕСКОЛЬКО РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ К ОДНОЙ ГРУППЕ КАНАЛОВ.

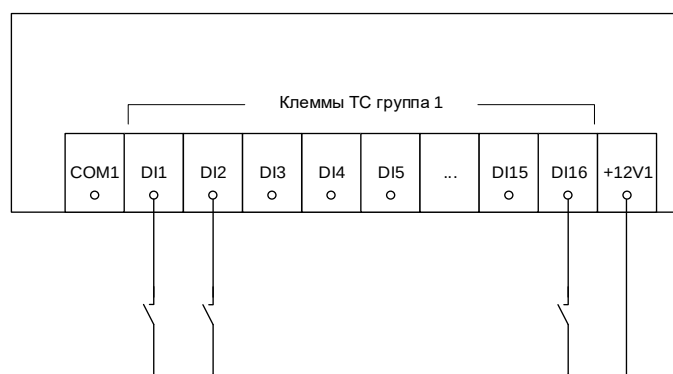


Рисунок 14 – Подключение каналов ТС группы 1 с питанием от внутреннего источника питания

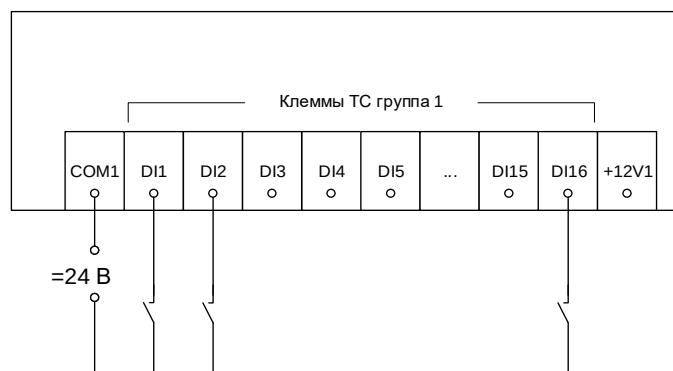


Рисунок 15 – Подключение каналов ТС группы 1 с питанием от внешнего источника питания

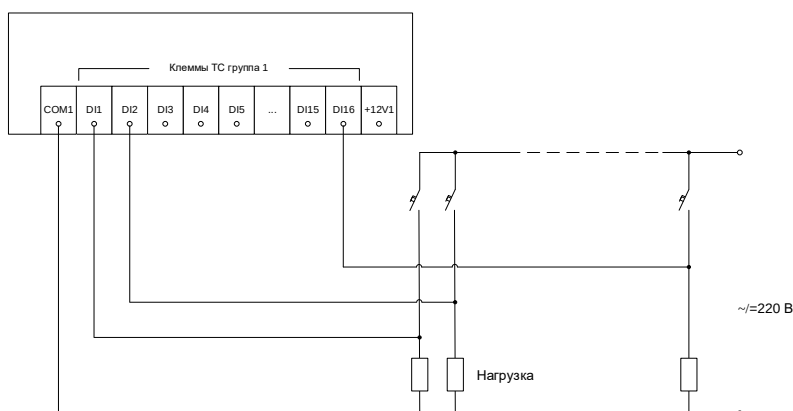


Рисунок 16 – Подключение каналов ТС группы 1 к цепям контроля наличия напряжения

8.2.9.2 Модуль MTU5

Для питания каналов ТС используется клемма COM2.

Модуль допускает подключение группы каналов по любой из приведенных ниже схем.

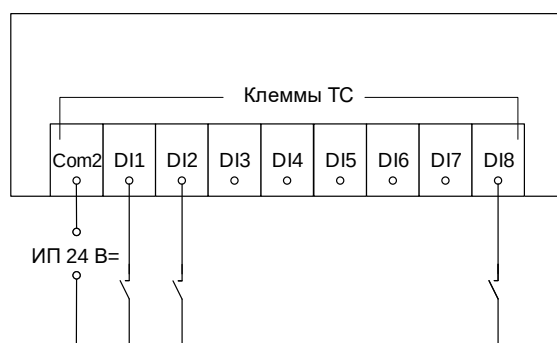


Рисунок 17 – Подключение каналов ТС с питанием от внешнего источника питания

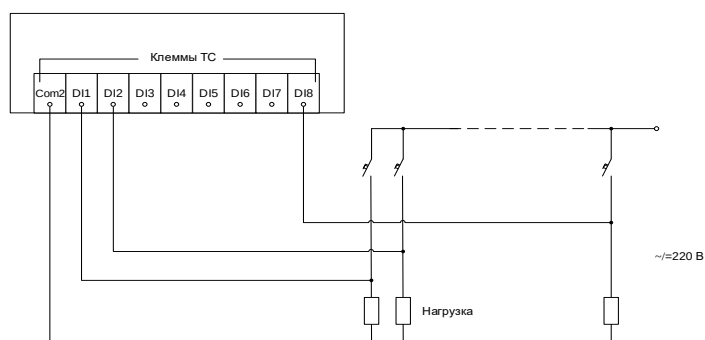


Рисунок 18 – Подключение каналов ТС к цепям контроля наличия напряжения

8.2.9.3 Модуль PM7-E

Для питания каналов ТС используется клемма COM. Схемы подключения каналов ТС показаны на рисунках ниже. При питании от внутреннего источника питания используются клемма +12V

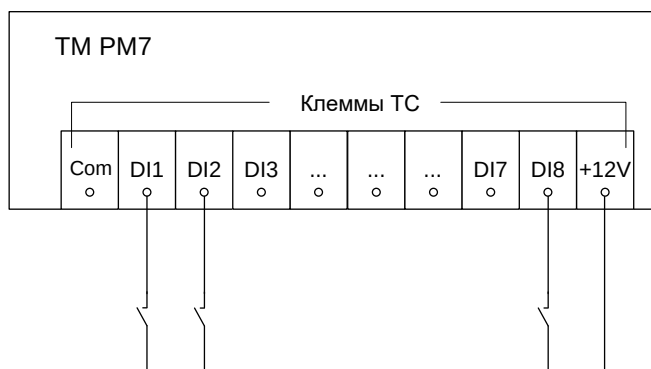


Рисунок 19 – Схема подключения каналов ТС с питанием от внутреннего источника

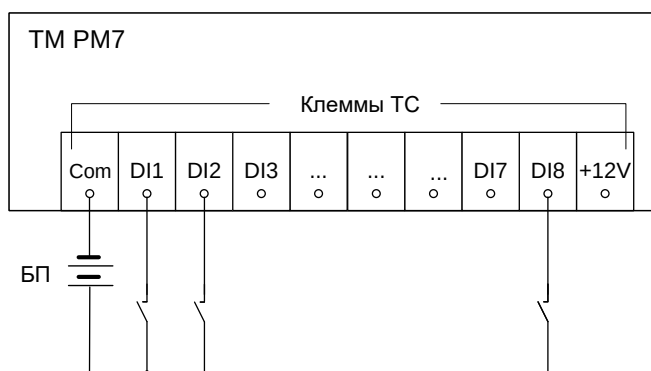


Рисунок 20 – Схема подключения каналов ТС с питанием от внешнего источника

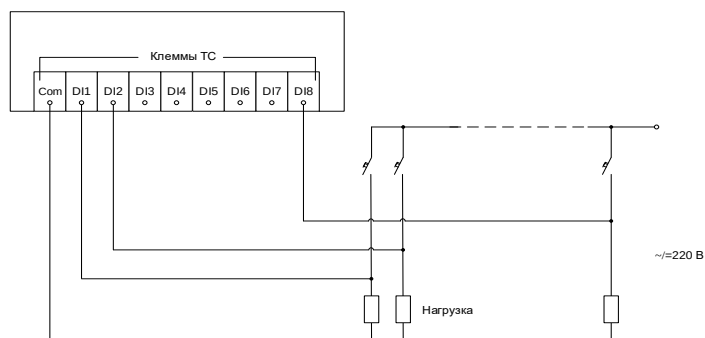


Рисунок 21 – Подключение каналов ТС к цепям контроля наличия напряжения

8.2.10 Подключение каналов контроля наличия напряжения

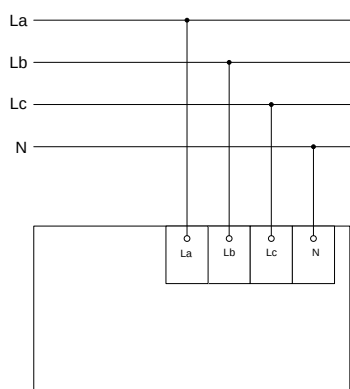


Рисунок 22 – Схема для подключения каналов КФ к контролируемой сети переменного тока ($U_{max} = 310 \text{ В}$)

8.2.11 Подключение цепей телеуправления (управление КА)

8.2.11.1 Подключение канала разрешения телеуправления

Схема питания канала разрешения телеуправления объединена с основным питанием модуля, как показано на рисунке 23.

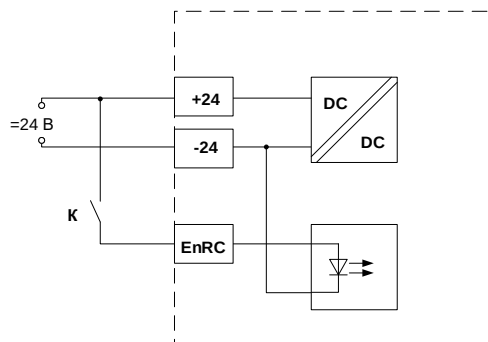


Рисунок 23 – Схема подключения питания и разрешения телеуправления (EnRC)

8.2.11.2 Подключение цепей управления

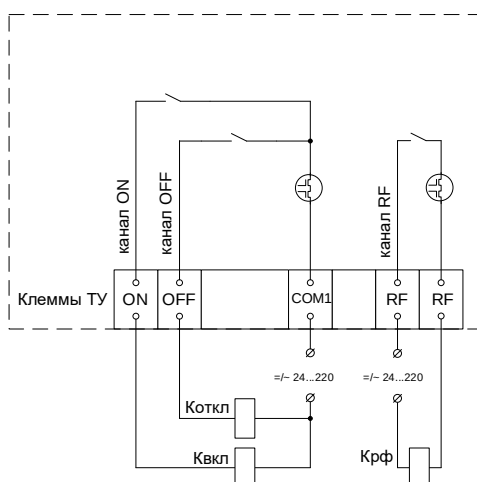


Рисунок 24 – Схема подключения цепей управления

8.2.1 Подключение каналов телеуправления (сигнальные реле)

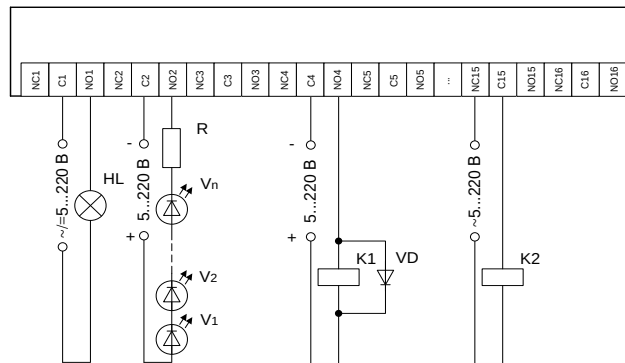


Рисунок 25 – Варианты подключения различных устройств к модулям DO

8.2.2 Подключение измерительных цепей модулей PM7-W, PM7-E

При конфигурировании модификаций W и E необходимо правильно задать уставки номинального значения трансформаторов тока (5A или 1A), и напряжения (57,7/100 В или 220/380 В). Провода измерительных токовых цепей проводятся через отверстия в измерительных трансформаторах тока, расположенных с торцевой стороны модуля.

Схемы подключения модуля приведены на рисунках 26-30.

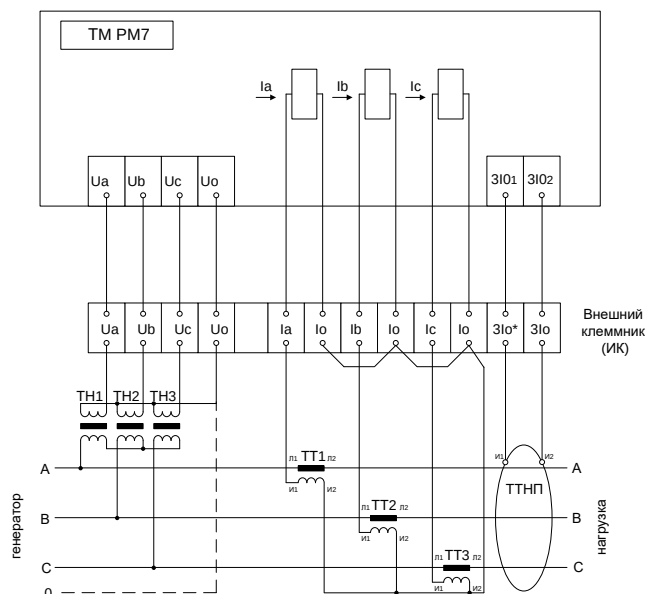


Рисунок 26 – Схема подключения измерительных цепей модуля к 3-х проводной или 4-х проводной сети с помощью трех трансформаторов напряжения, трех трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности.

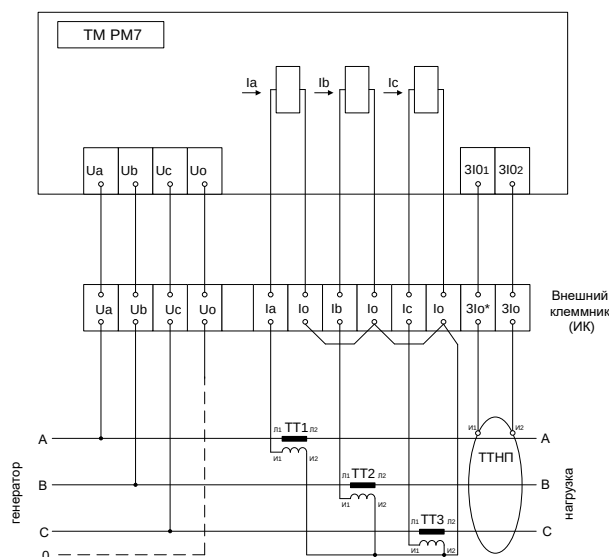


Рисунок 27 – Схема подключения измерительных цепей модуля к 3-х проводной или 4-х проводной сети с помощью трех трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности.

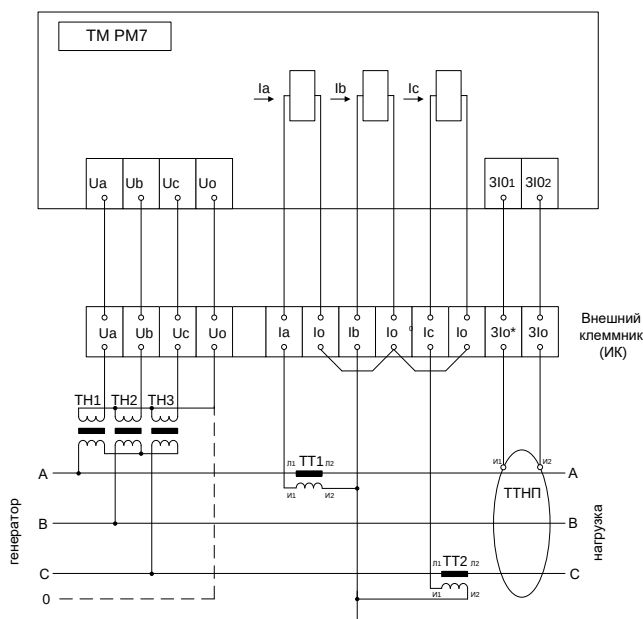


Рисунок 28 – Схема подключения измерительных цепей модуля к трехфазной 3-х проводной или 4-х проводной сети с помощью трех трансформаторов напряжения, двух трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности.

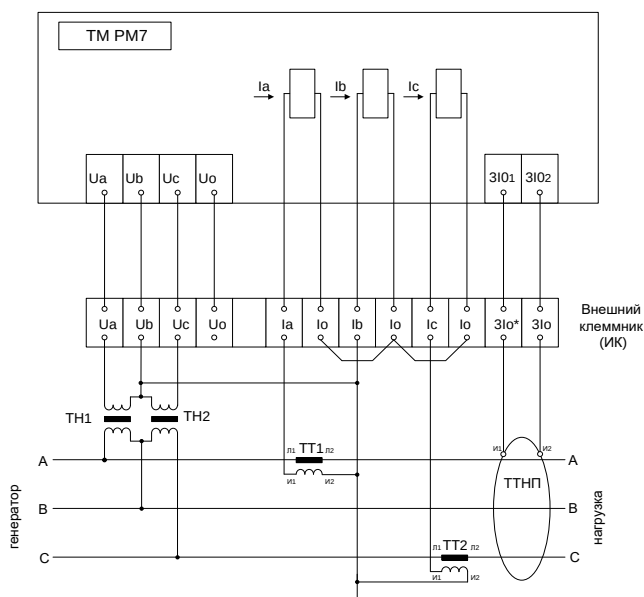


Рисунок 29 – Схема подключения измерительных цепей модуля к трехфазной 3-х проводной сети с помощью двух трансформаторов напряжения, двух трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности.

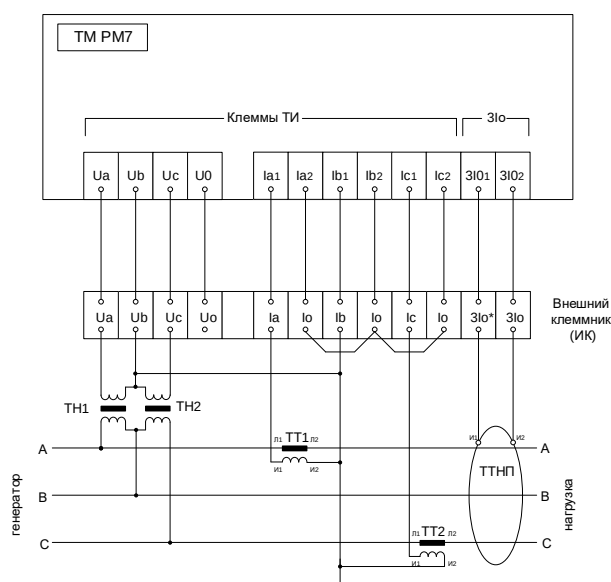


Рисунок 30 – Схема подключения измерительных цепей модуля к трехфазной 3-х проводной сети с помощью двух трансформаторов напряжения, двух трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности

8.2.3 Подключение измерительных цепей модулей РМ7-D

8.2.3.1 Подключение цепей измерения напряжения

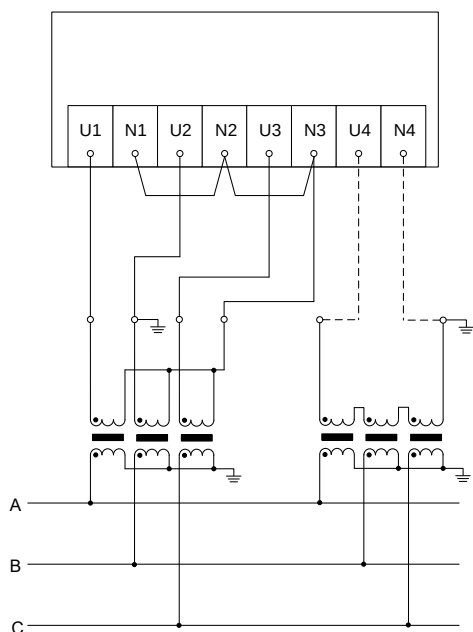


Рисунок 31 – Схема подключения цепей напряжения с помощью трех трансформаторов напряжения и трансформатора напряжения нулевой последовательности

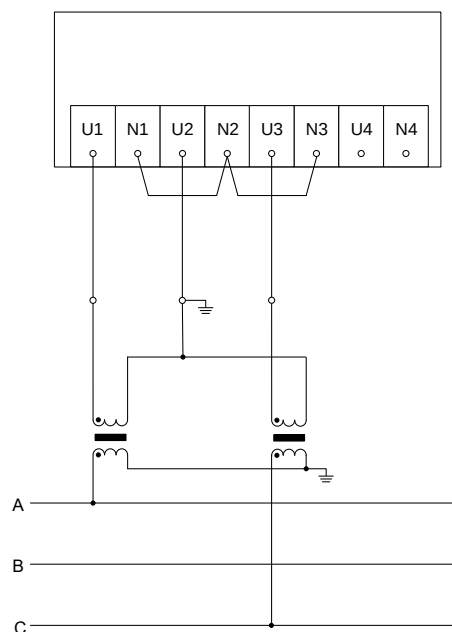


Рисунок 32 – Схема подключения цепей напряжения с помощью двух трансформаторов напряжения

8.2.3.2 Подключение цепей измерения тока

Провода измерительных токовых цепей проводятся через отверстия измерительных трансформаторов тока. Схемы подключения выносных трансформаторов тока аналогичны схемам подключения встроенных трансформаторов тока.

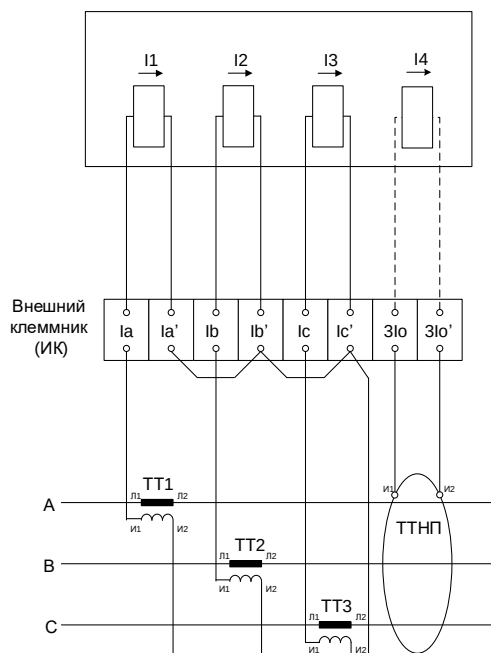


Рисунок 33 – Схема подключения цепей измерения тока с помощью трех трансформаторов тока и трансформатора тока нулевой последовательности

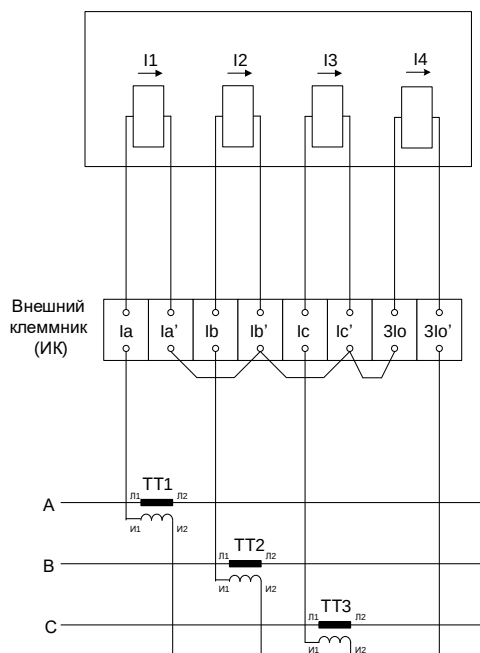


Рисунок 34 – Схема подключения цепей измерения тока с помощью трех трансформаторов тока

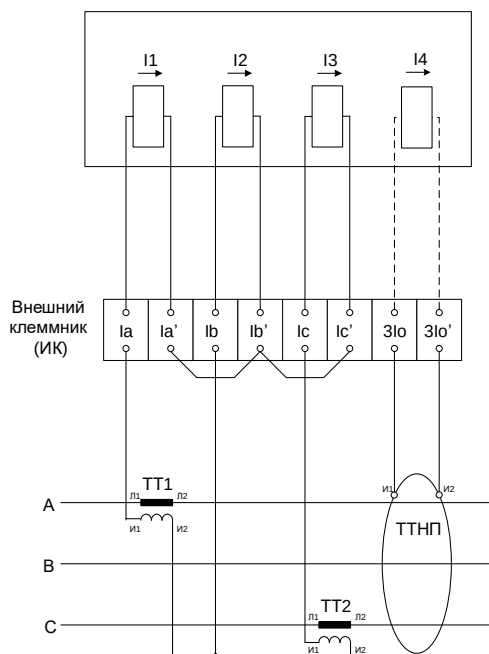
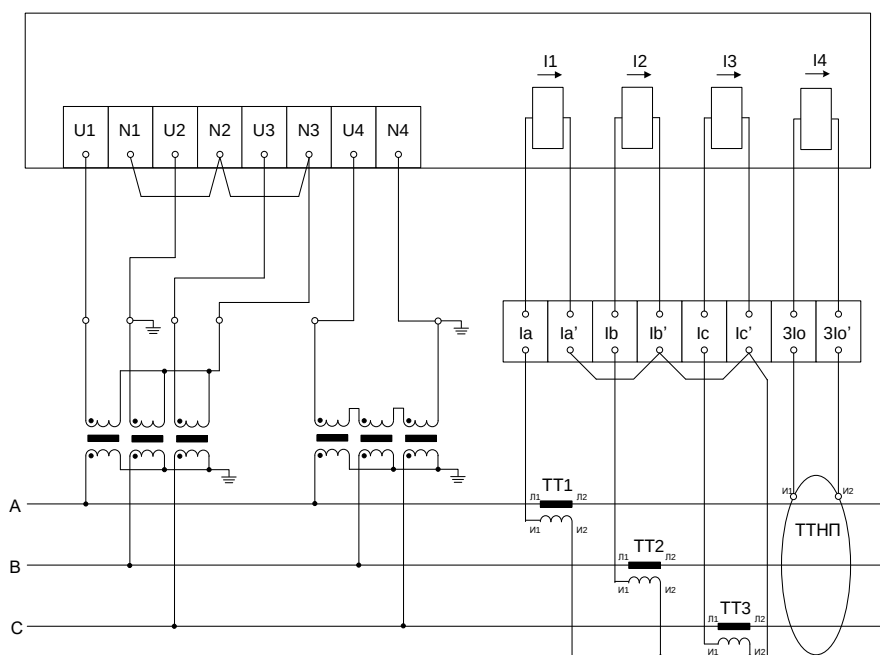
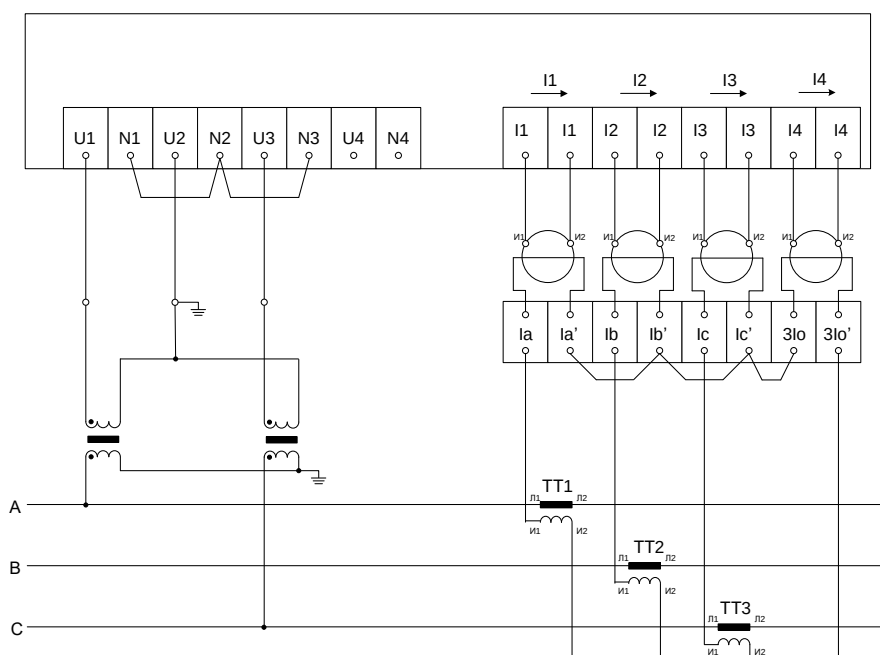


Рисунок 35 – Схема подключения цепей измерения тока с помощью двух трансформаторов тока и трансформатора тока нулевой последовательности

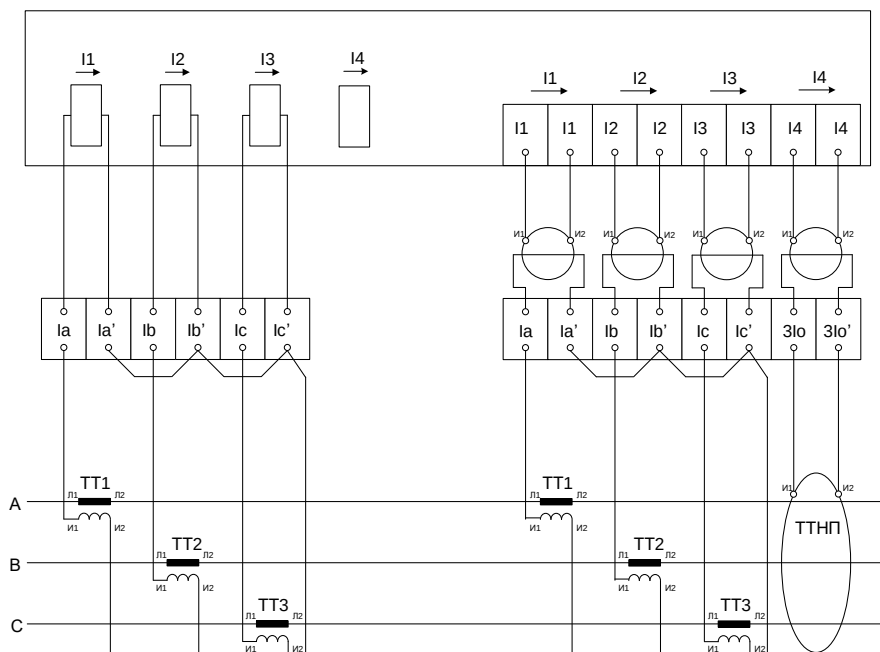
8.2.3.3 Примеры схем подключения модуля в зависимости от конфигурации



**Рисунок 36 – Вариант схемы подключения модификации состава
«4 канала напряжения, 4 канала тока (встроенные ТТ)»**



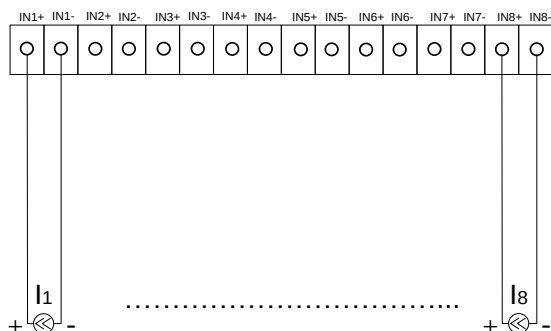
**Рисунок 37 – Вариант схемы подключения модификации состава
«4 канала напряжения, 4 канала тока (выносные ТТ)»**



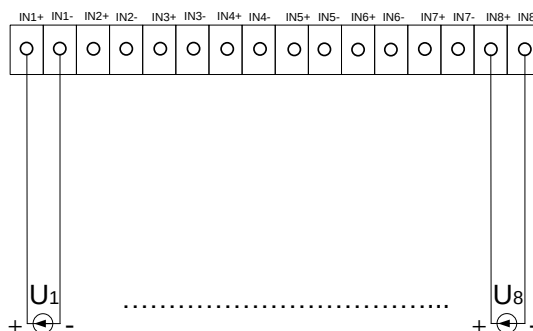
**Рисунок 38 – Вариант схемы подключения модификации состава
«8 каналов тока (4 встроенных ТТ, 4 выносных ТТ)»**

8.2.4 Подключения измерительных цепей модуля АИН8

Подключения внешних цепей показаны на рисунках 39 и 40.



**Рисунок 39 – Подключение цепей
измерения тока**



**Рисунок 40 – Подключение цепей
измерения напряжения**



ВНИМАНИЕ! В ПРОГРАММЕ КОНФИГУРИРОВАНИЯ МОДУЛЯ НЕОБХОДИМО ЗАДАТЬ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА «НАСТРОЙКА КАНАЛА», В СООТВЕТСТВИИ С ТИПОМ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ДЛЯ КАЖДОГО КАНАЛА.

9 РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА ПО ЧМИ

ПО для конфигурирования контроллера присоединения позволяет самостоятельно осуществлять конфигурацию контроллера силами эксплуатирующей организации (с правами администратора) и в том числе обеспечивает выполнение задач:

- идентификацию ПО контроллера (версия, дата);
- параметрирование контроллеров с помощью средств специального технологического языка;

- генерацию загрузочного модуля контроллеров с помощью средств, предусмотренных производителем ПО;
- оперативное внесение изменений в технологическое программное обеспечение контроллера.

Задание логики обработки информации производится с использованием программного пакета TOPAZ SCADA, который позволяет создавать и редактировать алгоритмы, а также отслеживать их работу. Программный пакет TOPAZ SCADA базируется на открытых стандартах (МЭК 61131 -3 и 61499 -1). Возможности TOPAZ SCADA:

- позволяет создавать, редактировать и отлаживать алгоритмы при различных значениях входных данных;
- поддерживает шаблоны для повторяющихся групп алгоритмов;
- позволяет сохранять алгоритмы для обмена между проектами;
- позволяет использовать флаги качества сигналов при обработке информации;
- позволяет работать как по срезу, так и по событию (с учётом временных меток);
- позволяет работать со временем (организовывать задержки при изменении состояния сигналов, фиксацию сигналов на определенное время и т.д.);
- осуществляет проверку корректности и целостности алгоритмов;
- позволяет загружать алгоритмы на устройства;
- осуществляет анализ работы средств оперативной блокировки.

В составе TOPAZ SCADA предусмотрен графический редактор TOPAZ MODEL CREATOR для корректировки мнемосхем, добавления или изменения мнемосимволов в соответствии с требованиями заказчика с возможностью создания и поддержки графических библиотек мнемосимволов для отображения первичного оборудования подстанции. Описание программного пакета TOPAZ SCADA приведено в «Руководстве пользователя TOPAZ SCADA».

Мнемосхемы в части отображения мнемознаков выполнены в соответствии с требованиями СТО 56947007-25.040.70.101–2011 «Правила оформления нормальных схем электрических соединений подстанций и графического отображения информации посредством программно-технических комплексов

Просмотр текущего состояния и журнала событий и конфигурирование осуществляется с помощью графического WEB-интерфейса (WEB ARM), доступ к которому осуществляется локально, через АРМ оператора, либо удаленно по сети Ethernet с помощью WEB-браузера.

WEB-интерфейс реализует функции:

- Авторизация доступа
- Просмотр общей информации и состояния устройства
- Просмотр системного лога
- Просмотр состояния портов и сетевых интерфейсов
- Просмотр журнала событий
- Задание параметров авторизации, портов и сетевых интерфейсов, сетевых протоколов, часов и синхронизации времени
- Перезагрузка и сброс на заводские настройки

Обеспечение доступа к контроллеру присоединения возможно только после ввода логина и пароля. Описание WEB ARM приведено в «Руководстве пользователя TOPAZ IEC DAS-WEB».

В случае необходимости, работа с устройством также может осуществляться с помощью командной строки по протоколу SSH (доступ осуществляется по Ethernet) либо серийную консоль (доступ осуществляется по USB порту на лицевой стороне устройства).

WEB-интерфейс следует использовать в качестве основного способа работы с устройством, и использовать командную строку только в случае невозможности обнаружения устройства в сети или возникновения неполадок.

9.1 Конфигурирование с помощью командной строки

Конфигурирование устройства с помощью командной строки возможно через серийную консоль (порт USB на лицевой стороне устройства) либо через порт Ethernet по протоколу ssh.

Таблица 22 – Варианты доступа к настройкам устройства

Протокол	Описание	Требуемое ПО
SSH	Защищенный протокол передачи данных. Аналог протокола Telnet с шифрованием трафика при авторизации и работе с консолью.	UNIX – утилита ssh (стандартный SSH-клиент UNIX); Windows – PuTTY, WinSCP, openssh.
Серийная консоль	Подключение через консольный USB-порт устройства (virtual COM-port).	UNIX – утилита minicom; Windows XP – HyperTerminal (встроенное ПО); Windows 7, 8, 10 – PuTTY или аналог.

Конфигурирование устройства через SSH-соединение или серийную консоль можно осуществлять с помощью одной из терминальных программ. В приложении Б настоящего РЭ приведен пример подключения к устройству с помощью одной из таких программ.



ВНИМАНИЕ! ПРИ КОНФИГУРИРОВАНИИ УСТРОЙСТВА РЕКОМЕНДУЕТСЯ УДЕЛИТЬ ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ НАСТРОЙКАМ ДОСТУПА ПО ПРОТОКОЛУ SSH. ОТ СЛОЖНОСТИ ПАРОЛЕЙ, РАЗРЕШЕНИЯ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОРТОВ СЕТЕВЫХ СЛУЖБ, НАСТРОЕК МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА И ДРУГИХ НАСТРОЕК СЕТЕВЫХ СЛУЖБ ЗАВИСИТ БЕЗОПАСНОСТЬ УСТРОЙСТВА И ПОДКЛЮЧЕННЫХ К НЕМУ УСТРОЙСТВ.

Логин и пароль при заводских настройках следующие:

Логин (Login): **root**

Пароль (Password): **root**

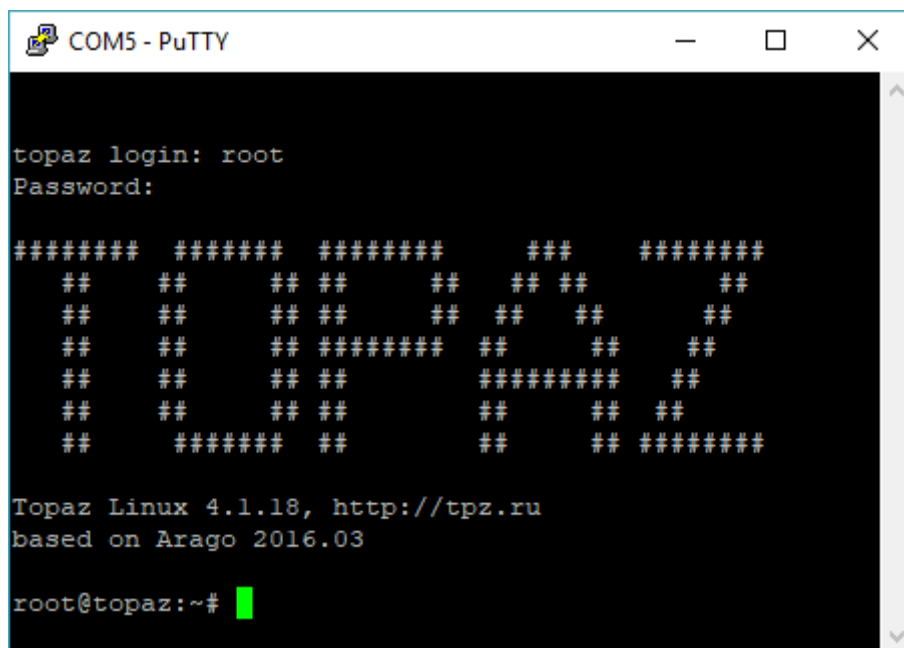


Рисунок 41 – Экран приветствия командной строки

9.1.1 Подключение через серийную консоль

При подключении устройства через консольный порт (USB) в системе появится виртуальный последовательный COM-порт, который можно использовать для соединения персонального компьютера с устройством. Для того, чтобы узнать номер порта, перейдите в «Диспетчер устройств» Windows и откройте вкладку «Порты». После чего, убедившись, что на устройство подано питание, соедините устройство с компьютером. Во вкладке «Порты» появится новый последовательный порт.

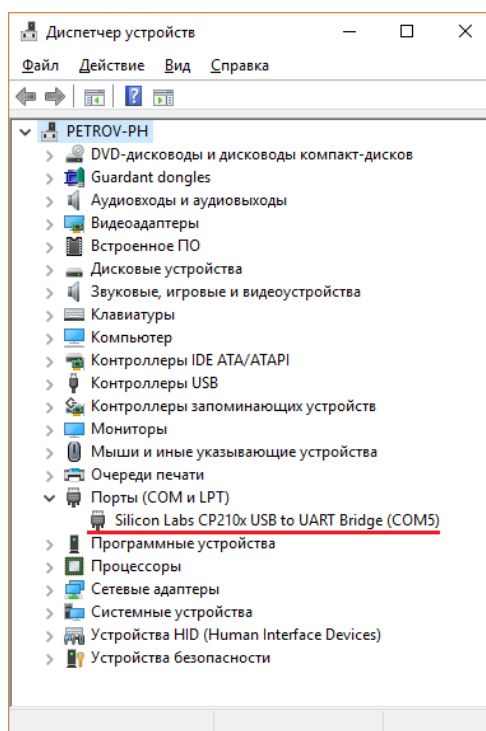


Рисунок 42 – Отображение устройства в диспетчере устройств Windows



Примечание Номер виртуального COM-порта присваивается операционной системой автоматически, поэтому на вашем компьютере он может отличаться от указанного в примере.

Последовательный порт консоли предоставляет пользователю удобный способ подключения к устройству, особенно при первом подключении и настройке устройства. Связь осуществляется по прямому последовательному соединению и пользователю не нужно знать IP адреса Ethernet-портов для того, чтобы подключиться к устройству.

Параметры передачи данных по виртуальному COM-порту приведены в таблице ниже.

Таблица 23 – Параметры соединения с устройством по виртуальному COM-порту

Параметр	Значение
Скорость передачи / Baudrate	115 200 bps
Биты данных / Parity None Data bits	8
Стоповые биты / Stop bits	1
Контроль четности / Parity	None
Управление потоком / Flow Control	None

9.1.2 Подключение через порт Ethernet по протоколу SSH

При подключении устройства к персональному компьютеру через Ethernet используются следующие настройки LAN:

порт LAN#1 192.168.3.127

порт LAN#2 192.168.4.127

макса подсети: 255.255.255.0

9.1.3 Основные команды командной строки

Основные команды командной строки приведены в таблице ниже.

Таблица 24 – Основные команды работы с устройством

Команда	Краткое описание
dmesg	Просмотр лога ядра системы
ifconfig	Настройка сетевых интерфейсов
logread	Отобразить сообщения кругового буфера syslog
ping	Послать IPv4 ICMP эхо-запрос на указанный хост
poweroff	Выключить систему
reboot	Перезагрузка

9.1.3.1 dmesg

Команда **dmesg** предназначена для вывода сообщений ядра системы при загрузке операционной системы.

Синтаксис:

dmesg [-c] [-n <уровень>] [-s <размер>]

Таблица 25 – Опции команды dmesg

Опция	Описание
-c	Очистить содержимого кольцевого буфера после вывода на экран.
-n <уровень>	Задать <i>уровень</i> выводимых сообщений. -n 1 – выводить только тревожные сообщения

Опция	Описание
-s <размер>	Использовать буфер заданного <i>размера</i> для буфера сообщений. (По умолчанию 16392 байт)

Пример использования:

Вывести на экран последние события ядра и очистить буфер логирования

dmesg -c

9.1.3.2 ifconfig

Команда **ifconfig** предназначена для мониторинга и настройки сетевых интерфейсов. При отладке команда **ifconfig** позволяет получить информацию о состоянии интерфейса связи. Команда **ifconfig** является стандартной утилитой Linux.



Примечание При перезагрузке системы все изменения, внесенные в атрибуты интерфейса с помощью команды **ifconfig**, будут потеряны.

Синтаксис:

ifconfig [-a] [<интерфейс>] [параметры]

Таблица 26 – Опции команды **ifconfig**

Опция	Описание
-a	Данная опция влияет на все проинициализированные сетевые интерфейсы в системе. При использовании без параметров показывает информацию обо всех сетевых интерфейсах, установленных в системе. При использовании с любой из допустимых опций ifconfig , вносимые изменения будут выполняться для всех инициализированных интерфейсов.

Таблица 27 – Параметры команды **ifconfig**

Параметры	Описание
up	Включить интерфейс. Данное действие происходит автоматически при установке первого адреса интерфейса.
down	Отключить интерфейс. Если интерфейс помечен как отключенный, устройство перестает пересылать через него сообщения. Данное действие не отключает автоматические маршруты, использующие данный интерфейс.
netmask <маска>	(только inet) Задать часть адреса, зарезервированную для деления сетей на подсети.
<адрес>	Задает адрес соответствующего устройства на другом конце при связи типа точка-точка.
broadcast <адрес>	(только inet) Задает <i>адрес</i> , используемый для отправки широковещательных сообщений в сети.
pointtopoint <адрес>	Включает режим точка-точка интерфейса, что обеспечивает прямую связь между данным устройством и устройством на заданном <i>адресе</i> без посторонних слушателей.
dstaddr <адрес>	Задает удаленный IP-адрес для соединения типа точка-точка (например PPP).

Параметры	Описание
metric <NN>	Задаёт метрику интерфейса.
mtu <NN>	Задаёт максимальный объём данных, который может быть передан протоколом за одну итерацию (Maximum Transfer Unit, сокр. MTU) для данного интерфейса.
trailers	(только inet) Флаг, задающий использование нестандартной инкапсуляции inet пакетов на уровне связи.
arp	Включает использование протокола разрешения адреса (Address Resolution Protocol) при сопоставлении адресов на уровне сети и адресов на уровне связи (используется по умолчанию).
allmulti	Включает/отключает режим all-multicast. Если включено, то все многоадресные пакеты в сети будут приниматься интерфейсом.
multicast	Задаёт флаг multicast интерфейса. Как правило использование данной опции не требуется, так как данный флаг задается автоматически.
promisc	Включает/отключает «неразборчивый» режим (Promiscuous mode) на данном интерфейсе. Если включено, то интерфейс будет получать все пакеты данных из сети.
txqueuelen <NN>	Задаёт длину очереди передачи устройства.

Имена интерфейсов:

Интерфейс «внутренней петли» (loopback) коммутатора имеет имя **lo** и адрес по умолчанию 127.0.0.1.

Порт конфигурирования коммутатора LAN 1 имеет имя **eth0**

Порт конфигурирования коммутатора LAN 2 имеет имя **eth1**

Примеры использования:

Отобразить все интерфейсы Ethernet устройства:

```
ifconfig -a
```

Включить интерфейс eth1

```
ifconfig eth1 up
```

Назначить IP-адрес 192.168.2.1 для интерфейса eth1

```
ifconfig eth1 192.168.2.1 netmask 255.255.255.0 up
```

9.1.3.3 logread

Команда **logread** предназначена для вывода сообщений кольцевого буфера syslog.

Синтаксис:

```
logread [-f]
```

Таблица 28 – Опции команды logread

Опция	Описание
-f	Выводить сообщения на экран по мере их появления

Пример использования:

Вывести на экран все сообщения буфа syslog и включить вывод новых сообщений по мере их появления

```
logread -f
```


9.1.3.4 ping

Команда **ping** предназначена для отправки ICMP эхо-запроса на указанный хост.

Синтаксис:

ping [-c <NN>] [-s <размер>] [-q] <хост> [-I <интерфейс>] <интерфейс>

Таблица 29 – Опции команды ping

Опция	Описание
-c <NN>	Послать <i>NN</i> запросов
-s <размер>	Послать объем данных указанного <i>размера</i> (по умолчанию 56 байт)
-q	«Тихий режим», выводит на экран информацию во время начала отправки данных и по завершению.
-I <интерфейс>	Выбрать исходящий <i>интерфейс</i>

Пример использования:

Отправить IPv4 эхо-запрос в виде одного ICMP пакета размером 500 В на адрес 10.0.0.1.

ping -c 1 -s 500 10.0.0.1

9.1.3.5 poweroff

Команда **poweroff** предназначена для выключения устройства без снятия питания. Для включения устройства используйте кнопку RB на лицевой панели либо снимите и снова подайте питание на устройство.

Синтаксис:

poweroff [-d <задержка>] [-n] [-f]

Таблица 30 – Опции команды poweroff

Опция	Описание
-d <задержка>	Задержка перед выключением (задается в секундах)
-n	Без вызова команды sync
-f	Принудительное выключение (без ожидания завершения работы устройства)

Пример использования:

Выключение устройства.

poweroff

9.1.3.6 reboot

Команда **reboot** предназначена для перезагрузки устройства.

Синтаксис:

reboot [-d <задержка>] [-n] [-f]

Таблица 31 – Опции команды reboot

Опция	Описание
-d <задержка>	Задержка перед перезагрузкой (задается в секундах)
-n	Без вызова команды sync

-f	Принудительная перезагрузка (без ожидания завершения работы устройства)
----	---

Пример использования:

Перезагрузка устройства через 5 секунд.

reboot -d 5

ПРИЛОЖЕНИЕ А



Рисунок А.43 – Внешний вид контроллера TOPAZ IEC DAS MX240 E2R4 (2GTx-4R)



Рисунок А.44 – Внешний вид контроллера TOPAZ IEC DAS MX681 E3R2 (3GTx-2R)



Рисунок А.45 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DIN16C-Pr



Рисунок А.46 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DIN32C-Pr



Рисунок А.1 – Внешний вид модуля TOPAZ TM MTU5-Pr



Рисунок А.2 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DOUT8 MR-Pr



Рисунок А.3 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DOUT16 MR-Pr



Рисунок А.4 – Внешний вид модуля TOPAZ TM PM7-Pr модификация Е



Рисунок А.5 – Внешний вид модуля TOPAZ TM AIN8-Pr



Рисунок А.6 – Внешний вид блока питания TOPAZPW220/24V50W-AC/DC

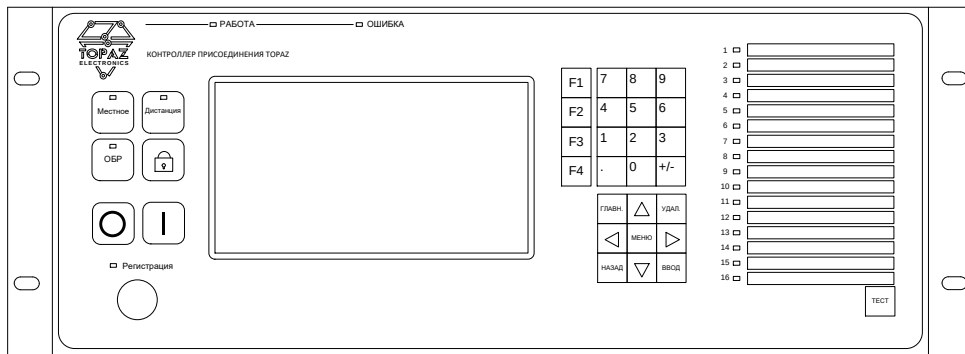
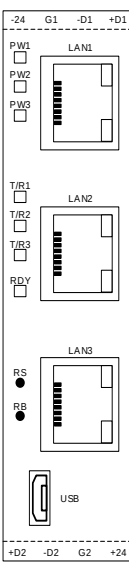


Рисунок А.7 – Внешний вид ИЧМ TOPAZ HMI7



Рисунок А.8 – Внешний вид ИЧМ TOPAZ HMI 15

Таблица А.1. Обозначение клемм, портов, кнопок и индикаторов плат основного контроллера TOPAZ IEC DAS в составе контроллера присоединения

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
Процессорная плата TOPAZ MX681			
	шина T-Bus	+24	Вход питания 1 (+24 В)
		-24	Вход питания 1 (-24 В)
		G1	RS-485-1 (GND)
		+D1	RS-485-1 (data+)
		-D1	RS-485-1 (data-)
	Клеммные входы	+24	Вход питания 2 (+24 В)
		-24	Вход питания 2 (-24 В)
		G2	RS-485-2 (GND)
		+D2	RS-485-2 (data+)
		-D2	RS-485-2 (data-)
		G3	RS-485-3 (GND)
		+D3	RS-485-3 (data+)
		-D3	RS-485-3 (data-)
	Верхняя панель	-	Слот для карты microSD
	Порты	LAN1	Порт Ethernet 1
		LAN2	Порт Ethernet 2
		LAN3	Порт Ethernet 3
		USB	Порт конфигурирования
	Кнопки	RS	Сброс контроллера

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
		RB	Активация загрузчика
	Индикаторы	PW1	Наличие питания по каналу 1
		PW2	Наличие питания по каналу 2
		PW3	Наличие питания по каналу 3
		RDY	Состояние готовности контроллера
		T/R1	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-1
		T/R2	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-2
		T/R3	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-3

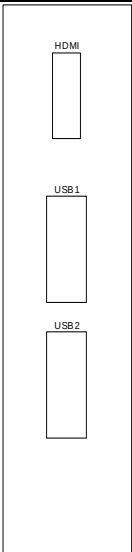
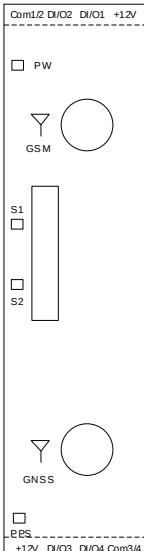
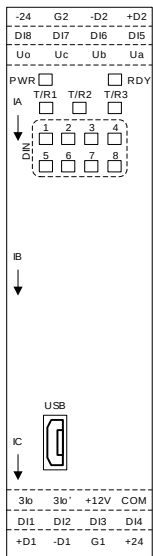
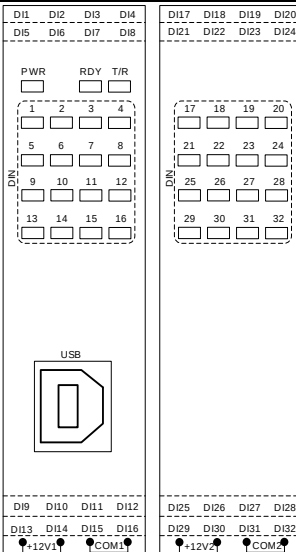
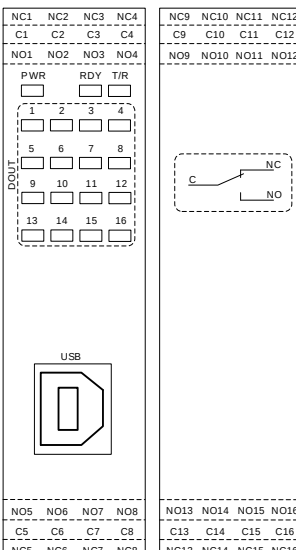
Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
Интерфейсная плата TOPAZ EDAS MX240 HDMI (FE004)			
	Порты	HDMI	порт подключения дисплея
		USB1	порты подключения сенсорного экрана/кнопочной панели
		USB2	
Плата расширения TOPAZ EDAS MX240 GSM-DIO4-GPS (FE001)			
	Клеммные входы	DIO1, DIO2	Каналы дискретного ввода 1 и 2 (группа 1)
		COM1/2	Общий провод (группа 1)
		+12V	Выход источника напряжения 12 В
		DIO3, DIO4	Каналы дискретного ввода 3 и 4 (группа 2)
		COM3/4	Общий провод (группа 2)
		+12V	Выход источника напряжения 12 В
	Порты	GSM	порт подключения антенны GSM
		GNSS	порт подключения антенны GPS/ГЛОНАСС
	Индикаторы	PW	Наличие питания
		S1	Передача данных по каналу GSM1
		S2	Передача данных по каналу GSM2
		PPS	Индикатор работы сервера времени

Таблица А.2. Обозначение клемм, портов, кнопок и индикаторов модуля питания TOPAZ PW в составе контроллера присоединения

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
	Клеммные входы	• ~220	Питание от источника напряжения переменного/постоянного тока
		~220 •	
		⏏	Подключение защитного заземления
		CTRL	Общий провод
		+24V	Выход +24 В
		-24V	Выход -24 В
	Индикаторы	IN	Индикатор наличия напряжения на входе
		OUT	Индикаторы наличия напряжения на выходе

Таблица А.3. Обозначение клемм, портов, кнопок и индикаторов модулей телемеханики TOPAZ TM в составе контроллера присоединения

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
Модули РМ7			
	Клеммные входы	G1	RS-485-1 (GND)
		+D1	RS-485-1 (data+)
		-D1	RS-485-1 (data-)
		G2	RS-485-2 (GND)
		+D2	RS-485-2 (data+)
		-D2	RS-485-2 (data-)
		+24	Канал питания 2
		-24	
		DI1...8	Входы каналов дискретного ввода
		+12V	Выход источника напряжения 12 В
		COM	Общий провод
		Ua	Измерительный вход напряжения фазы А
		Ub	Измерительный вход напряжения фазы В
		Uc	Измерительный вход напряжения фазы С
		Uo	Общий провод
		3Io	Вход цепи тока 3Io
		3Io'	Выход цепи тока 3Io
	Порты	USB	Порт конфигурирования
	Индикаторы	PWR	Наличие питания
		RDY	Состояние готовности модуля
		T/R1	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-1
		T/R2	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-2
		T/R3	Передача информации по интерфейсу связи RS-485-3
		DIN1...8	Состояния канала ТС
	Обозначения	IA	Трансформаторы тока фаз А, В, С. Стрелкой обозначено направление измеряемого тока
		IB	
		IC	

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание	
Модули DIN16/DIN32				
	Клеммные входы (группа 1)	DI1...16	Каналы дискретного ввода	
		+12V1	Выход источника напряжения 12 В	
		COM1	Общий провод	
	Клеммные входы (группа 2)	DI17...32	Каналы дискретного ввода	
		+12V2	Выход источника напряжения 12 В	
		COM2	Общий провод	
	Порты	USB	Порт конфигурирования	
	Индикаторы	PWR	Наличие питания	
		RDY	Состояние готовности модуля	
		T/R	Передача информации по интерфейсу связи RS-485	
DIN1...32		Состояние канала TC		
Модули DOUT8/DOUT16				
	Клеммные входы	NC1...16	Нормальнозамкнутый контакт реле	
		C1...16	Общий контакт реле	
		NO1...16	Нормальноразомкнутый контакт реле	
	Порты	USB	Порт конфигурирования	
	Индикаторы	PWR	Наличие питания	
		RDY	Состояние готовности модуля	
		T/R	Передача информации по интерфейсу связи RS-485	
		DOUT1...32	Состояние реле	
		Модуль AIN8		
		Клеммные входы	In1...8+	Каналы аналогового ввода
In1...8-				
Порты		USB	Порт конфигурирования	
Индикаторы		PWR	Наличие питания	
		RDY	Состояние готовности модуля	
		T/R	Передача информации по интерфейсу связи RS-485	

Внешний вид	Элемент	Обозначение	Описание
Модуль MTU5			
	Клеммные входы	G	Интерфейс RS-485 (GND)
		+D	Интерфейс RS-485 (+D)
		-D	Интерфейс RS-485 (-D)
		+24	Канал питания 2
		-24	
		DI1...8	Каналы дискретного ввода
		La	Канал контроля напряжения фазы А
		Lb	Канал контроля напряжения фазы В
		Lc	Канал контроля напряжения фазы С
		N	Нейтраль каналов контроля напряжения
		COM1	Общий провод каналов ТУ ON и OFF (~/= 24...220 В)
		ON	Канал ТУ «включение»
		OFF	Канал ТУ «отключение»
		RF; RF	Разрешение фиксации ТУ (~/= 24...220 В)
		EnRC	Разрешение телеуправления (+24В)
	Порты	USB	Порт конфигурирования
	Индикаторы	PW1	Индикатор наличия питания по каналу 1
		PW2	Индикатор наличия питания по каналу 2
		RD	Индикатор готовности
		T/R1	Индикатор передачи информации по интерфейсу RS-485-1
		T/R2	Индикатор передачи информации по интерфейсу RS-485-2
		DIN1...8	Индикатор состояния каналов ТС
		La	Индикатор наличия напряжения фазы А
		Lb	Индикатор наличия напряжения фазы В
		Lc	Индикатор наличия напряжения фазы С
		ON	Индикатор состояния канала ТУ _{ON} (включение)
		OFF	Индикатор состояния канала ТУ _{OFF} (отключение)
		RF	Индикатор состояния канала ТУ _{RF} (разрешение фиксации)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Утилита PuTTY – одна из распространенных бесплатных программ, не требующая установки. В данном разделе приведено описание подключения к устройству с помощью данной утилиты.

Сайт разработчика:

<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html>.

Ссылка непосредственно исполняемый файл программы:

<https://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe>.

Подключение через серийный порт

После запуска программы PuTTY откроется окно настройки, где во вкладке **Session** необходимо выбрать тип соединения **Serial** и его основные параметры (номер виртуального порта будет отличаться от приведенного в примере в зависимости от вашей системы):

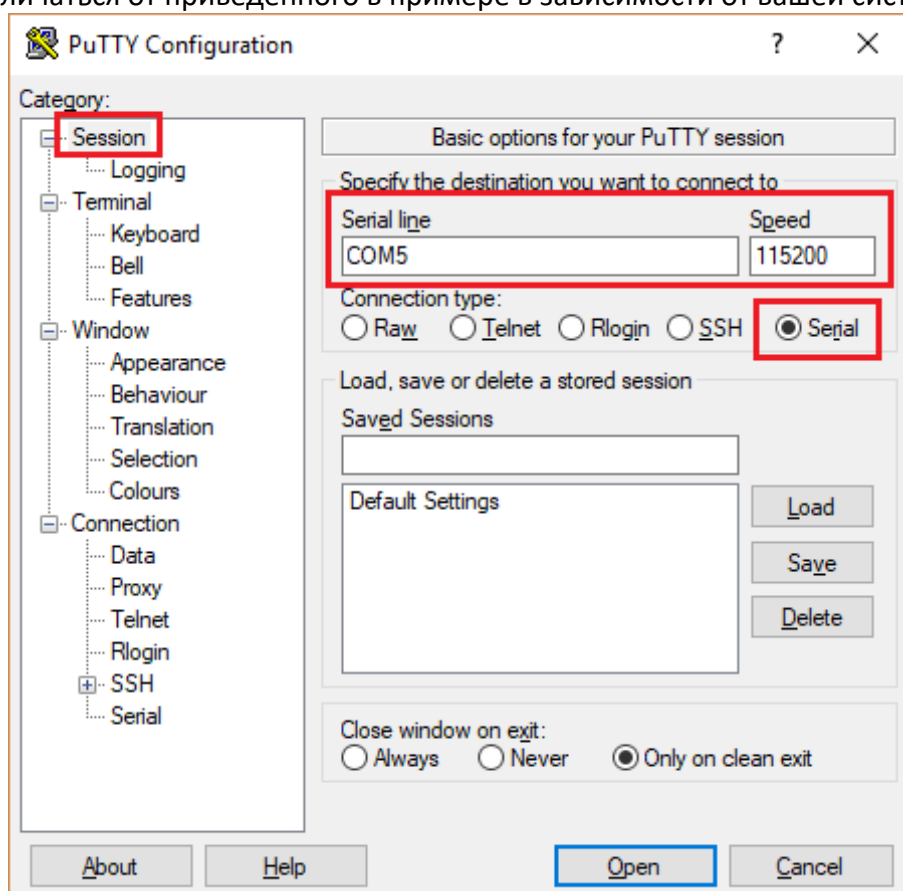


Рисунок Б.1 – Задаваемые настройки раздела Session (сессия)

В настройках соединения (**Connection**) – выбрать последовательный порт (**Serial**) и установить параметры соединения согласно таблице 23:

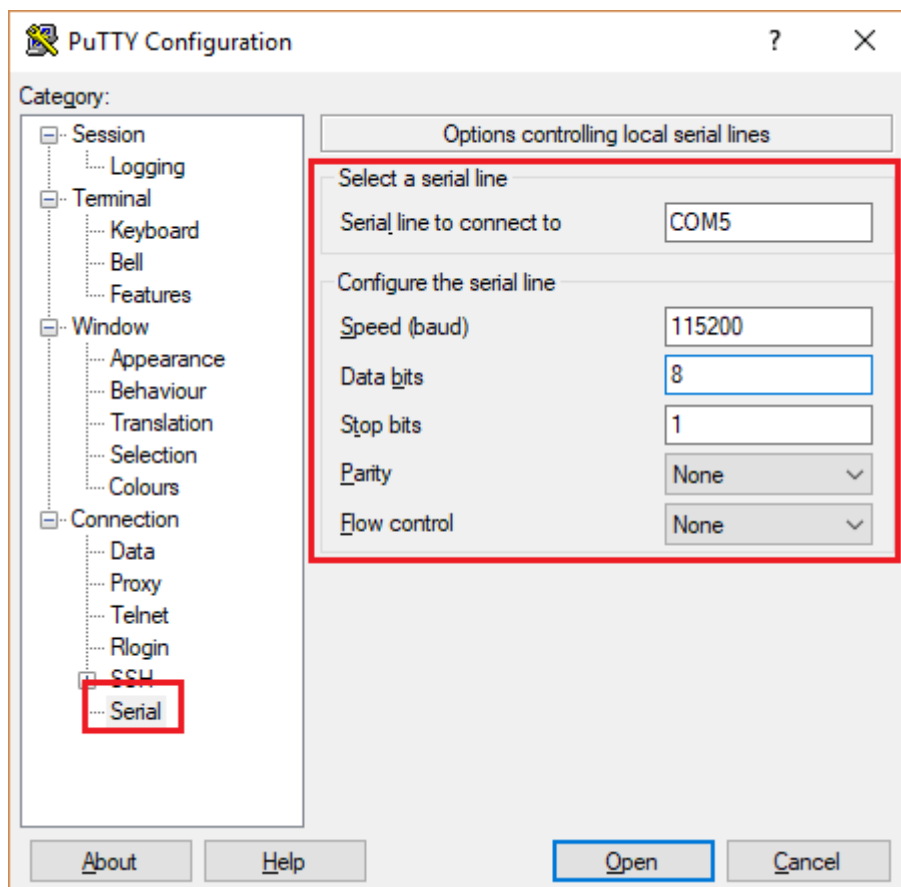


Рисунок Б.2 – Задаваемые настройки раздела Serial (серийный порт)

После настройки параметров последовательного порта, необходимо нажать кнопку «Открыть» (Open) для установки соединения и вызова окна консоли.

Подключение через Ethernet порт

Для подключения к устройству по протоколу SSH, во вкладке **Session** необходимо выбрать тип соединения **SSH** и его основные параметры:

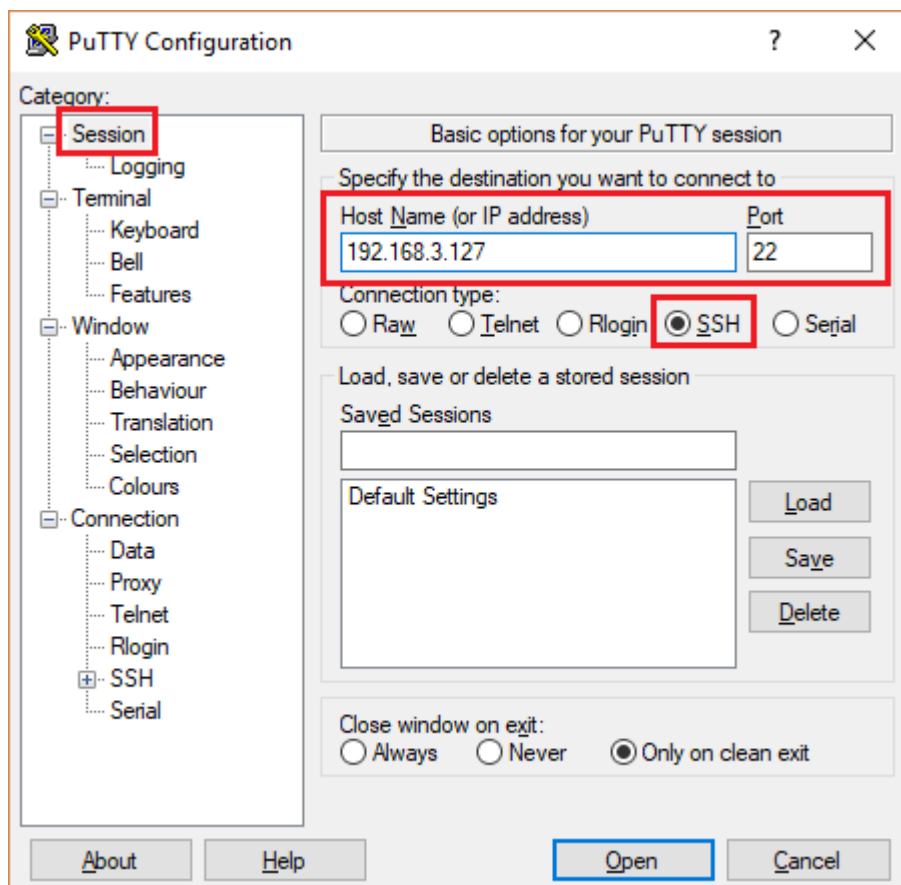


Рисунок Б.3 – Задаваемые настройки раздела Session (сессия)

После настройки параметров последовательного порта, необходимо нажать кнопку «Открыть» (Open) для установки соединения и вызова окна консоли.