

ШАОТ-МП

Шкаф автоматического управления охлаждением
трансформатора микропроцессорный программируемый



Руководство пользователя
АВМР.421417.039 РП



ООО «АВМ-Энерго»

www.avmenergo.ru

Автоматизация и мониторинг в энергетике

Шкаф автоматического управления охлаждением трансформатора микропроцессорный программируемый ШАОТ-МП предназначен для управления, сигнализации неисправностей и защиты электродвигателей маслонасосов и вентиляторов систем охлаждения трансформаторного оборудования. Шкаф ШАОТ-МП реализован на базе современных микроконтроллерных устройств, что позволяет выйти на новый уровень повышения наблюдаемости трансформаторного оборудования по сравнению с традиционными применяемыми на настоящий момент решениями.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Применение шкафов управления охлаждением ШАОТ-МП позволяет обеспечить повышение эффективности эксплуатации трансформаторного оборудования.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Квалифицированный персонал службы технической поддержки обеспечивает сопровождение шкафов управления трансформаторного оборудования ШАОТ-МП в течение всего срока эксплуатации.

Настоящее руководство пользователя (РП) предназначено для ознакомления специалистов проектных, монтажных и обслуживающих организаций с описанием использования по назначению шкафа управления охлаждением трансформаторного оборудования ШАОТ-МП в нормальном режиме работы, а также с устройством и работой составных частей шкафа.

Руководство пользователя является типовым для различных исполнений ШАОТ-МП.



ВНИМАНИЕ!

К работам, связанным с использованием ШАОТ-МП, допускается персонал, прошедший инструктаж и обученный работе с ШАОТ-МП в соответствии с требованиями настоящего РП, допущенный к работе в электроустановках напряжением до 1000 В.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВР	-	Автоматический ввод резерва;
АСУ ТП	-	Автоматизированная система управления техпроцессом;
НЗ	-	Нормально закрытый;
НО	-	Нормально открытый;
РВ	-	Руководство по вводу в работу;
РП	-	Руководство пользователя;
РР	-	Руководство по ремонту и обслуживанию;
СО	-	Система охлаждения;
ЭВ	-	Электродвигатель вентилятора;
ЭМ	-	Электродвигатель маслонасоса.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Меры безопасности и эксплуатационные ограничения	5
2. Подготовка изделия к использованию.....	6
3. Устройство и работа составных частей изделия	7
3.1. Общий вид изделия	7
3.2. Составные части изделия.....	10
3.2.1. Схема автоматического ввода резервного питания (АВР)	10
3.2.2. Силовые цепи управления ЭМ и ЭВ	15
3.2.3. Цепи внутреннего питания =24В.....	21
3.2.4. Микропроцессорные контроллеры и модули сбора информации.....	23
3.2.5. Устройства ручного управления и сигнализации	27
3.2.6. Интерфейсные устройства	30
3.2.7. Система поддержания климатических условий внутри шкафа	33
4. Описание использования изделия	35
4.1. Конфигурирование ШАОТ-МП	35
4.2. Выбор режима работы ШАОТ-МП	35
4.2.1. Автоматический режим работы.....	35
4.2.2. Ручной режим работы.....	37
5. Контроль функционирования изделия	38
5.1.1. Общая информация.....	38
5.1.2. Световая сигнализация	38
5.1.3. Релейные выходы ШАОТ-МП	40
5.1.4. Информационный обмен с системой верхнего уровня (АСУ ТП)	41
6. Порядок выключения изделия	42
7. Возможные неисправности при использовании изделия	43
Приложение 1. Перечень входных сигналов	44
Приложение 2. Состав информационного обмена между ШАОТ-МП и системой верхнего уровня (АСУ ТП).....	45

1. Меры безопасности и эксплуатационные ограничения

Использование ШАОТ-МП должно выполняться в строгом соответствии с действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей электрических станций и сетей РФ» (ПТЭ), «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок».

При работе с ШАОТ-МП должна быть обеспечена целостность вторичных цепей трансформаторов тока. Обслуживающий персонал, допущенный к работам с ШАОТ-МП, должен знать правила работы с токовыми цепями и пройти соответствующий инструктаж.

ШАОТ-МП должен быть заземлен по ГОСТ 12.2.007.0 при помощи зажима заземления на корпусе изделия. Сопротивление между зажимом заземления и любой точкой корпуса не должно превышать 0,1 Ом.

К обслуживанию ШАОТ-МП допускаются лица, ознакомленные с настоящим руководством по эксплуатации, устройством и работой ШАОТ-МП, а также имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей и имеющие допуск к работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

Для соблюдения условий эксплуатации ШАОТ-МП и трансформаторного оборудования, оснащенного ШАОТ-МП, запрещается обесточивать ШАОТ-МП, помимо проведения санкционированных регламентных или технических работ.

При обнаружении дыма или запаха горелой изоляции немедленно снять напряжение питания с ШАОТ-МП и принять меры к устранению причины и последствий неисправности.

ШАОТ-МП должен эксплуатироваться при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 45°C, относительной влажности до 95% при температуре 25°C и атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2. Подготовка изделия к использованию

Информация о подготовке ШАОТ-МП к использованию и вводе изделия в работу приведена в разделах 1 и 2 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

Перечень возможных неисправностей ШАОТ-МП, которые могут возникать в процессе его подготовки к использованию, при вводе в работу или опробовании, приведен в разделе 1 «Руководства по ремонту и обслуживанию ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РР).

3. Устройство и работа составных частей изделия

3.1. Общий вид изделия

Общий вид ШАОТ-МП приведен на рисунке 3.1.

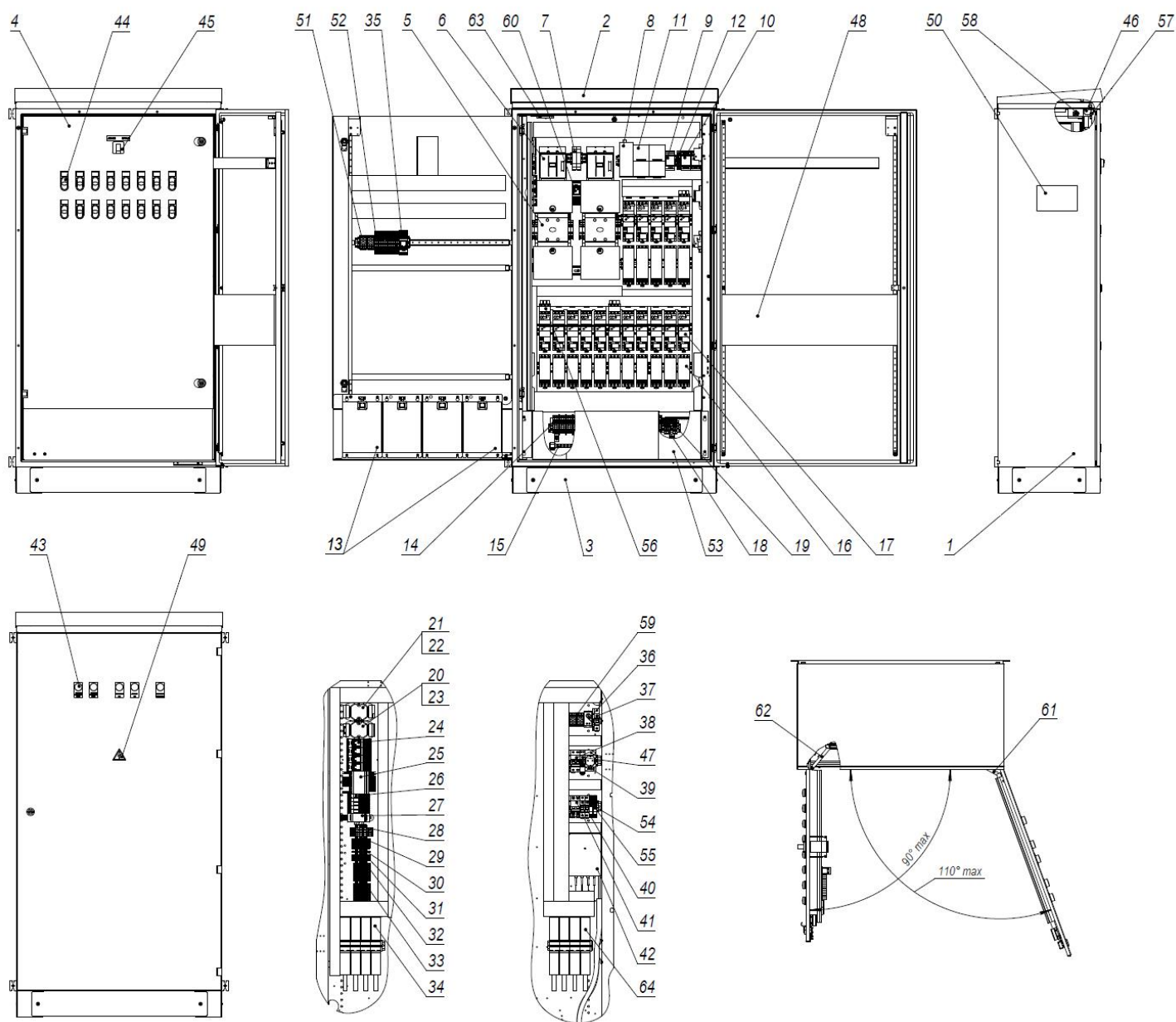


Рисунок 3.1. Общий вид ШАОТ-МП

В состав ШАОТ-МП входит следующее оборудование:

Обозначение	Описание
1	Шкаф
2	Крыша дождевая
3	Цоколь со съемными передней и задней заглушками
4	Промежуточная дверь
5	Контакты КМ1, КМ2
6	Вводные автоматические выключатели QF1, QF2
7	Реле контроля трехфазного напряжения KV1, KV2
8	Коммутатор (конвертер) Ethernet промышленный ECN2
9	Модуль контроля питания EP3
10	Модули фильтров и защит EFP1, EFP2
11	Источники питания EP1, EP2
12	Клеммник с предохранителем XTF1
13	Нагреватели в сборе EK1...EK4
14	Клеммник подключения питания ЭМ и ЭВ XTM1
15	Токовая шина заземления XTG1
16	Устройства плавного пуска и торможения двигателя ADS
17	Многофункциональные устройства управления и защиты ADM
18	Клеммник питания постоянного тока XTP2
19	Клеммник питания отсечного клапана XTP5
20	Центральное контроллерное устройство ECP2
21	Контроллер ECP1
22	Модуль дискретного ввода ECD1
23	Модуль аналогового ввода ECA1
24	Реле промежуточные KL3, KL5, KL6, KL10
25	Модуль преобразования дискретных сигналов ER1
26	Реле промежуточные KL2, KL4, KL7, KL8, KL9
27	Плата преобразования тока EPT1
28	Клеммник ввода сигналов тока XTT1
29	Клеммник аналогового ввода XTA1
30	Клеммник дискретного ввода XTD1
31	Клеммник дискретного ввода XTD2
32	Клеммник цепей сигнализации XTC1
33	Клеммник цепей сигнализации XTC2
34	Клеммник силового питания (основной ввод) XTP1.1
35	Реле промежуточное KL11
36	Регулятор температуры EKT1
37	Автоматический выключатель цепей обогрева QF8

38	Автоматический выключатель цепей питания отсечного клапана QF6
39	Розетка щитовая ES1
40	Автоматический выключатель цепи внутреннего питания =24В QF4
41	Автоматический выключатель цепей постоянного тока =220В QF3
42	Кросс оптический настенный ECN1
43	Лампы сигнальные («Основной ввод», «Резервный ввод», «Неисправность СО», «Авария СО», «Неисправность ШАОТ-МП») HL2...HL6
44	Кнопки ручного управления SB
45	Кулачковый переключатель SA1
46	Светильник с люминесцентной лампой HL1
47	Автоматический выключатель цепей розетки и освещения QF7
48	Карман для документации
49	Предупреждающий знак «Осторожно! Электрическое напряжение»
50	Паспортная табличка
51	Клеммник разветвления питания нагревателей ХТК2
52	Клеммник с промежуточными реле ХТС1
53	Панель защитная
54	Автоматический выключатель цепи внутреннего питания =24В QF5
55	Реле промежуточные KL12, KL13
56	Клеммные блоки ХР и гребешковые токовые шины ХМР
57	Концевой выключатель внешней двери SQ1
58	Концевой выключатель промежуточной двери SQ2
59	Клеммник разветвления питания нейтрали ХТН1
60	Промежуточное реле KL1
61	Ограничитель внешней двери
62	Ограничитель промежуточной двери
63	Датчик температуры внутри шкафа RT1
64	Клеммник силового питания (резервный ввод) ХТР1.2

3.2. Составные части изделия

ШАОТ-МП состоит из следующих узлов и систем:



Схема автоматического ввода резервного питания (АВР);



Силовые цепи управления ЭВ и ЭМ;



Цепи внутреннего питания =24В;



Микропроцессорные контроллеры и модули сбора информации;



Устройства ручного управления и сигнализации;



Интерфейсные устройства;



Система поддержания климатических условий внутри шкафа.

3.2.1. Схема автоматического ввода резервного питания (АВР)

Схема АВР предназначена для обеспечения питанием ЭВ и ЭМ от двух вводов питания 0,4кВ (основного и резервного).

Составные части схемы АВР:

Элемент схемы	Обозначение
Автоматические выключатели	QF1, QF2
Контакторы	KM1, KM2
Реле контроля напряжения	KV1, KV2

Основной и резервный вводы питания ШАОТ-МП подаются на автоматические выключатели QF1 и QF2 с комбинированным термоманитным расцепителем. Манитный расцепитель (защита от короткого замыкания) имеет фиксированную уставку, которая равна максимальной токовой уставке теплового расцепителя. Теплового расцепитель (защита от перегрузки) включает в себя устройство компенсации изменений температуры окружающей среды. Номинальный ток устанавливается с помощью регулировочного диска. Все части автоматического выключателя защищены от прямого прикосновения.

С QF1 и QF2 напряжение поступает на силовые контакты контакторов КМ1 основной и КМ2 резервной цепи соответственно.

В автоматическом режиме основная и резервная линии питания контролируются реле контроля напряжения KV1 и KV2 соответственно. Если основной ввод питания в норме, включается контактор КМ1. При аварии основной линии питания (отсутствии или неправильном чередовании фаз, пониженном напряжении) КМ1 выключается и включается КМ2. В случае восстановления питания основного ввода автоматически отключается КМ2 и включается КМ1.

Состояния КМ1, КМ2, QF1, QF2 контролируются модулем дискретного ввода ECD1.

Для организации автоматического ввода резервного питания (ABP) в ШАОТ-МП применяются следующие устройства.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ NZMB

Расположение автоматических выключателей в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 6. Вводные автоматические выключатели с комбинированным расцепителем специально предназначены для коммутации напряжения питания и защиты ЭМ и ЭВ.

Внешний вид автоматического выключателя NZMB2-M200 показан на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2. Выключатель автоматический NZMB2-M200

Включение автоматического выключателя осуществляется вручную, путем перевода рукоятки управления в позицию «I». Отключение осуществляется вручную, путем перевода рукоятки управления в позицию «О».

В случае автоматического отключения при аварийном режиме рукоятка управления переключается в позицию «Отключение при аварии» (среднее положение рукоятки управления). Повторное включение возможно только после перевода рукоятки управления в положение «О».

Защита двигателя осуществляется с помощью термоманитного расцепителя, встроенного в автоматический выключатель. Магнитный расцепитель (защита от короткого замыкания) имеет регулируемую уставку, которая устанавливается на автоматическом выключателе с помощью регулировочного диска. Тепловой расцепитель (защита от перегрузки) включает в себя устройство компенсации изменений температуры окружающей среды, уставка теплового расцепителя также задается с помощью регулировочного диска.

Руководство по заданию уставок расцепителя перегрузки и расцепителя короткого замыкания автоматического выключателя приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

Основные характеристики применяемых автоматических выключателей:

Наименование параметра	NZMB1-A20	NZMB1-M40	NZMB1-M100	NZMB2-M200
Номинальное напряжение, В	415			
Номинальный рабочий ток, А	20	40	100	200
Максимальный ток КЗ, кА	25			
Механическая износостойкость	20000 операций			
Электрическая износостойкость	7500 операций			10000 операций
Диапазон рабочих температур, °C	-25...+50			

КОНТАКТОРЫ DILM

Расположение контакторов в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 5. Контактторы предназначены для коммутации напряжения питания ЭМ и ЭВ с основного и резервного вводов в схеме АВР.

Внешний вид контактора DILM225A/22(RAC240) показан на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3. Контактор DILM225A/22(RAC240)

Основные характеристики применяемых контакторов:

Наименование параметра		DILM95	DILM170	DILM225A/22
Номинальное напряжение, В		400		
Номинальный ток, А		95	170	225
Время срабатывания, мс	Замыкание	20	33	100
	Размыкание	14	41	80
Механическая износостойкость, операций		10x10 ⁶		
Диапазон рабочих температур, °C		-25...+60		

РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ТРЕХФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ RM17TU00

Расположение реле контроля трехфазного напряжения в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 7. Реле предназначены для контроля напряжения в схеме АВР ШАОТ-МП. Внешний вид реле показан на рисунке 3.4.

Руководство по заданию уставок реле контроля трехфазного напряжения приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).



Рисунок 3.4. Реле контроля трехфазного напряжения RM17TU00

Основные характеристики реле контроля трехфазного напряжения RM17TU00:

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение источника питания	183 ~ 528 В AC
Регулируемая выдержка времени	0,1...10 с
Релейный выход	1 перекидной контакт
Диапазон рабочих температур	-20...+50 °C

3.2.2. Силовые цепи управления ЭМ и ЭВ

Основные составные части силовых цепей управления ЭМ и ЭВ:

Элемент схемы	Обозначение
Многофункциональные устройства управления и защиты	ADM
Устройства плавного пуска и торможения двигателя	ADS

С шинных сборок питание распределяется на силовые контакты многофункциональных устройств управления и защиты ADM, конструктивно объединенных с устройствами плавного пуска ADS (при наличии).

Для управления ЭМ и ЭВ в автоматическом режиме в ШАОТ-МП применяются многофункциональные устройства управления и защиты Tesys U. Расположение многофункциональных устройств управления и защиты в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 17.

Многофункциональные устройства управления и защиты Tesys U комплектуются из следующих составных частей.

СИЛОВОЙ БЛОК LUB120

Функции силового блока LUB 120:

- обеспечение соединения компонентов;
- управление нагрузкой;
- индикация статуса электродвигателя.

Основные характеристики силового блока LUB 120:

Наименование параметра	Значение
Стандартное напряжение	≤ 440 В
Стандартный ток	12 А
Отключающая способность при коротком замыкании	50 кА
Общее время отключения	2 мс

Внешний вид силового блока LUB 120 показан на рисунке 3.5. Элементы, входящие в состав силового блока пускателя:

1. Поворотная рукоятка управления;
2. Индикатор состояния;
3. Клеммник с винтовыми зажимами;
4. Дополнительные контакты (НО и НЗ), указывающие открытое или закрытое положение силовых контактов.

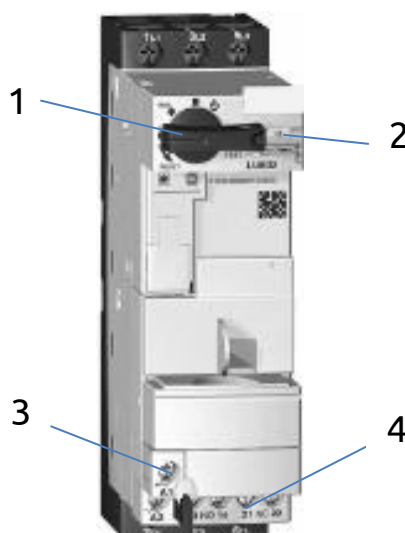


Рисунок 3.5. Силовой блок LUB120

Положения поворотной рукоятки, индикатора состояния и контактов сигнализации положения силовых контактов приведены в таблице:

Состояние силового блока	Положение рукоятки и индикатора	Положение НО контакта	Положение НЗ контакта
Отключен			
Готов к включению			
Работа (силовые контакты замкнуты)			
Срабатывание при коротком замыкании			
Срабатывание при тепловой перегрузке			

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ LUCB

Функции усовершенствованного блока управления LUCB:

- защита электродвигателей от короткого замыкания;
- электронная защита от тепловой перегрузки;
- защита от исчезновения фазы и от асимметрии фаз;
- определение типа повреждения электродвигателя;
- имитация срабатывания по тепловой перегрузке.

Основные характеристики применяемых блоков управления LUCB:

Наименование параметра	LUCB05BL	LUCB12BL
Максимальные стандартные мощности трехфазных двигателей, кВт	1,5	5,5
Диапазон регулировки, А	1,25 - 5	3 - 12
Напряжение цепи управления, В	=24	
Порог срабатывания защиты от короткого замыкания	14,2 x I _г макс.	

Руководство по заданию уставки теплового расцепителя усовершенствованного блока управления приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (ABMP.421417.039 РВ).

Внешний вид усовершенствованного блока управления LUCB показан на рисунке 3.6. Элементы, входящие в состав блока:

1. Рукоятка извлечения блока управления;
2. Кнопка тестирования;
3. Настройка токовой уставки I_г;
4. Блокировка доступа к изменению уставки;
5. Блокировка рукоятки извлечения.

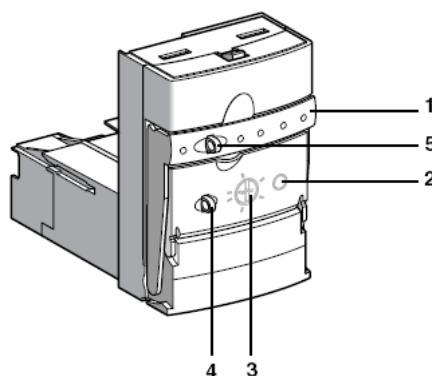


Рисунок 3.6. Усовершенствованный блок управления LUCB

МОДУЛЬ СВЯЗИ LULC031

Функции модуля связи LULC031:

- дистанционное управление электродвигателями;
- обмен информацией по протоколу Modbus.

Внешний вид модуля связи MODBUS LULC031 показан на рисунке 3.7. Элементы, входящие в состав модуля связи:

1. Светодиоды сигнализации статуса модуля;
2. Разъем источника питания =24 В;
3. Соединитель RJ45 для связи Modbus RS485;
4. Цифровой выход;
5. Выходы для управления пускателем.

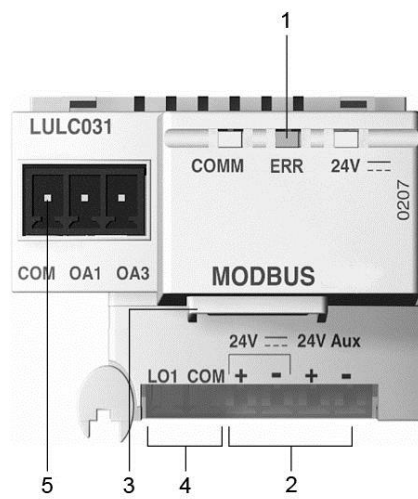


Рисунок 3.7. Модуль связи LULC031

Основные характеристики модуля связи LULC031:

Наименование параметра	Значение
Физический интерфейс	RS-485
Протокол	Modbus RTU
Максимальная скорость передачи данных	19 200 бит/с
Твердотельные выходы	3, 2 из которых предназначены для управления катушкой пускателя
Ток, потребляемый выходами от источника питания 24 В	200 мА
Включающая способность твердотельных выходов	0,5 А/24 В

КЛЕММНИК ДЛЯ ПРОВОДНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНДИКАЦИИ LU9BN11

Клеммник для проводной дистанционной индикации LU9BN11 применяется для получения данных о состоянии пускателя: готовность, срабатывание защиты, состояние контактов.

Внешний вид клеммника для проводной дистанционной индикации LU9BN11 показан на рисунке 3.8.

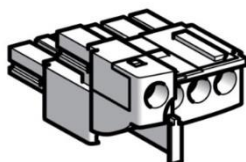


Рисунок 3.8. Клеммник для проводной дистанционной индикации LU9BN11

Многофункциональные устройства управления и защиты Tesys U в сборе изображено на рисунке 3.9.

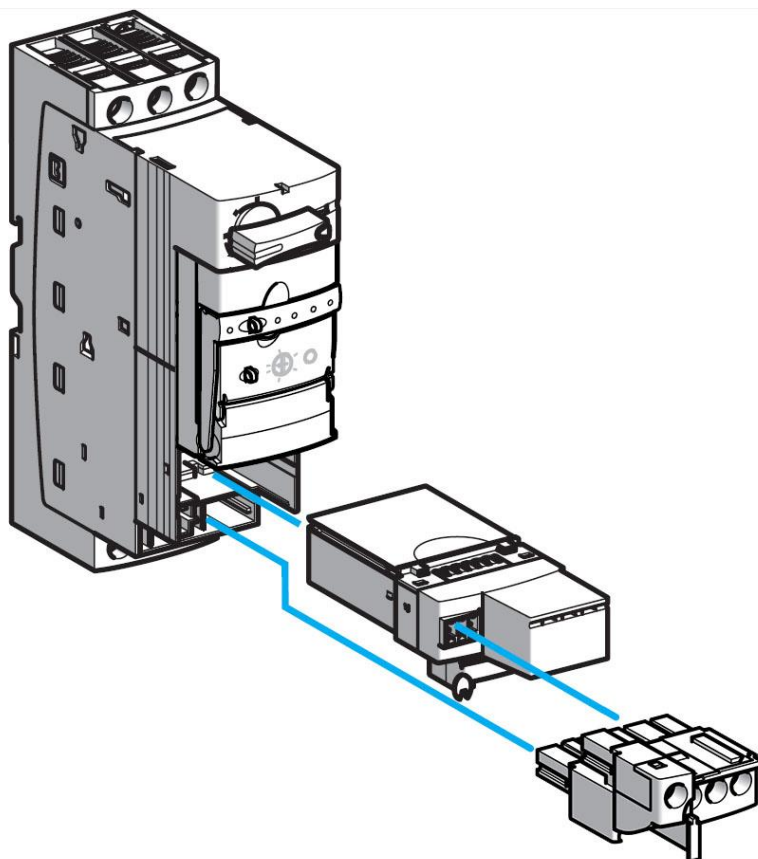


Рисунок 3.9. Многофункциональное устройство управления и защиты Tesys U в сборе

При необходимости плавного пуска электродвигателей в ШАОТ-МП применяются устройства плавного пуска и торможения двигателя Altistart 01.

УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА И ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ALTISTART 01

Расположение устройств плавного пуска и торможения двигателя в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 16. Устройства обеспечивают оптимальную работу двигателей за счет контролируемого безударного плавного пуска и торможения.

Устройство плавного пуска обеспечивает ограничение пускового момента за счет управления в двух фазах питанием двигателя. С помощью потенциометров устанавливается время пуска и торможения и начальное пусковое напряжение, руководство по их заданию приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

Устройство плавного пуска и торможения Altistart 01 изображено на рисунке 3.10 и оснащено:

1. Потенциометром для настройки времени пуска;
2. Потенциометром для настройки времени торможения;
3. Потенциометром для настройки начального уровня напряжения;
4. Зеленым светодиодом сигнализации «Power ON»;
5. Оранжевым светодиодом сигнализации «Full Voltage»;
6. Соединительным клеммником.

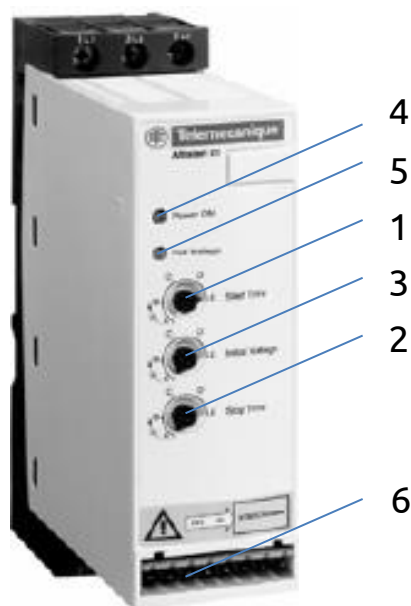


Рисунок 3.10. Устройство плавного пуска и торможения двигателя Altistart U01

Основные характеристики устройств плавного пуска и торможения Altistart 01:

Наименование параметра	ATS 01N206QN	ATS 01N212QN
Рабочее напряжение, В	~380...415	
Напряжение цепей управления	Внутренний источник	
Рабочий ток, А	6	12
Регулируемое время пуска, с	1...10	
Пусковой момент	от 30 до 80% пускового момента двигателя	
Максимальное количество пусков в час	100 – при времени пуска 1 с (А), 20 – при времени пуска 5 с (С), 10 – при времени пуска 10 с (Е)	
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+40	

3.2.3. Цепи внутреннего питания =24В

Питание внутренних цепей обеспечивается источниками питания EP1 и EP2 с выходным напряжением $\pm 24\text{В}$. EP1 запитывается от фазы В основного ввода через однополюсный автоматический выключатель QF4. EP2 запитывается от фазы В резервного ввода через однополюсный автоматический выключатель QF5.

Резервирование источников питания выполнено с помощью модуля контроля питания EP3. С помощью него выходы источников EP1 и EP2 объединяются на клеммнике с предохранителем XTF1. От клеммника XTF1 запитываются:

- Многофункциональные устройства управления и защиты ADM;
- Устройства плавного пуска и торможения двигателей ADS;
- Коммутатор (конвертер) Ethernet промышленный ECN2;
- Центральное контроллерное устройство ECP1;
- Модуль дискретного ввода и вывода ECP2;
- Модуль дискретного ввода ECD1;
- Модуль аналогового ввода ECA1;
- Лампы сигнальные HL2, HL3, HL4, HL6;
- Кнопки ручного управления SB.

Состояние источников питания EP1 и EP2 контролируются модулем дискретного ввода ECD1.

Расположение источников питания в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 11. Источники питания предназначены для обеспечения питанием внутренних цепей управления, цепей сигнализации и коммутатора. В ШАОТ-МП применяется резервирование питания внутренних цепей от основного и резервного вводов.

Внешний вид источника питания WDR-240-24 представлен на рисунке 3.11.



Рисунок 3.11. Источник питания WDR-240-24

Основные характеристики применяемых источников питания:

Наименование параметра	WDR-120-24	WDR-240-24
Диапазон входного напряжения, В	~ 180...550	
Диапазон частот, Гц	47...63	
Выходное номинальное напряжение, В	=24	
Диапазон выходного тока, А	0...5	0...10
Диапазон рабочих температур, °C	-25...+70	-30...+70

3.2.4. Микропроцессорные контроллеры и модули сбора информации

Центральное контроллерное устройство ЕСР2 выполняет функции автоматического управления системой охлаждения и мониторинга состояния трансформаторного оборудования, а именно:

- управление охлаждением в автоматическом режиме;
- учет количества пусков, моточасов во всех режимах работы;
- контроль работы системы управления во всех режимах работы.

Контроллер ЕСР1 выполняет:

- формирование сигнализации для передачи данных в систему верхнего уровня (АСУ ТП) во всех режимах работы;
- формирование релейной сигнализации состояния системы управления.

Модуль дискретного ввода ЕCD1 и модуль аналогового ввода ЕСА1 выполняют:

- функции сбора информации, необходимой для выполнения алгоритмов управления СО, а также для выполнения контроля работы системы управления.

Перечень входных сигналов для модуля дискретного ввода ЕCD1 и модуля аналогового ввода ЕСА1 приведен в Приложении 1.

Питание контроллеров и модулей ввода-вывода осуществляется от резервированных источников питания ЕР1 и ЕР2.

A blue, ruggedized MiniPC device by ICP CON. It features a D-sub connector labeled "COM1" at the top. The front panel has two circular mounting holes. Below the company logo, it lists specifications: CPU: Pentium III 400MHz, Memory: 64 MB SDRAM, COM: 4, RS-232C: 1 Port, RS-485: 1 Port, and I/O Channels: 2 Channels. At the bottom, there is a multi-pin connector with labels for various signals like VCC, GND, TX+, RX-, etc.

Наименование параметра	Значение
Тип процессора	Am188™ES 40 МГц
Статическое ОЗУ	512 кб
ППЗУ программ	512 кб (FLASH EEPROM)
ППЗУ данных (EEPROM)	2 кб
Диапазон допустимых напряжений питания	(+10...+30) В
Потребляемая мощность	2,0 Вт

Основные характеристики контроллера μ РАС-7186ЕХ:

Наименование параметра	Значение
Количество входных каналов	6
Количество выходных каналов	7
Тип процессора	80188 80 МГц
Статическое ОЗУ	512 кб
ППЗУ программ	512 кб (FLASH EEPROM)
ППЗУ данных (EEPROM)	16 кб
Диапазон допустимых напряжений питания	(+10...+30) В
Потребляемая мощность	1,5 Вт

МОДУЛЬ ПРИЕМА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ М-7017R

Расположение модуля приема аналоговых сигналов в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 23. Внешний вид модуля представлен на рисунке 3.14.



Рисунок 3.14. Модуль приема аналоговых сигналов М-7017R

Основные характеристики модуля М-7017R:

Наименование параметра	Значение
Входные каналы	8 дифференциальных
Пределы измерений	± 5 В
Точность	$\pm 0,1\%$
Входной импеданс	20 МОм
Диапазон допустимых напряжений питания	(+10...+30) В
Потребляемая мощность	1,3 Вт

МОДУЛЬ ПРИЕМА КОНТАКТНЫХ СИГНАЛОВ М-7051D

Расположение модуля приема контактных сигналов в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 22. Внешний вид модуля представлен на рисунке 3.15.



Рисунок 3.15. Модуль приема контактных сигналов М-7051D

Основные характеристики модуля М-7051D:

Наименование параметра	Значение
Количество входных каналов	16
Допустимый уровень цифрового нуля	не более 4 В
Допустимый уровень цифровой единицы	от +10 до +50 В
Входной импеданс	3 кОм
Диапазон допустимых напряжений питания	(+10...+30) В
Уровень изоляции	3750 В
Потребляемая мощность	1,1 Вт

МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ П01-220.24.04/8

Расположение модуля преобразования дискретных сигналов в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 25. Модуль П01-220.24.04/8 предназначен для запитывания внешних контактных цепей и преобразования уровня их напряжения.

Основные характеристики модуля П01-220.24.04/8:

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания внешних контактных сигналов	= 220 В
Количество контактных каналов	8

3.2.5. Устройства ручного управления и сигнализации

Для управления ЭМ и ЭВ в ручном режиме в ШАОТ-МП применяются следующие устройства.

КУЛАЧКОВЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ K1H014ULH

Расположение кулачкового переключателя в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 45. Внешний вид переключателя представлен на рисунке 3.16.



Рисунок 3.16. Кулачковый переключатель K1H014ULH

Основные характеристики переключателя K1H014ULH:

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение изоляции	690 В
Максимальный ток	12 А
Релейный выход	1 перекидной контакт
Диапазон рабочих температур	-25 ~ +55 °С

КНОПКИ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ M22-DDL-GR-X1/X0

Расположение кнопок ручного управления в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 44. Внешний вид кнопок представлен на рисунке 3.17. В состав кнопок ручного управления входят следующие элементы:

1. Кнопка двойная M22-DDL-GR-X1/X0;
2. Крепежный адаптер M22-A;
3. Контактный НЗ элемент M22-K01;
4. Контактный НО элемент M22-K10;
5. Светодиодный элемент M22-LED-W;
6. Держатель шильда M22S-STDD-X;
7. Шильд M22-XST.



Рисунок 3.17. Кнопка ручного управления M22-DDL-GR-X1/X0

Основные характеристики кнопки M22-DDL-GR-X1/X0:

Наименование параметра	Значение
Рабочее напряжение	230 В AC
Рабочий ток	4 А
Релейный выход	1 перекидной контакт
Напряжение подсветки	24 В DC
Диапазон рабочих температур	-25 ~ +70 °C

Шкаф автоматического управления охлаждением ШАОТ-МП обеспечивает выдачу всех необходимых сигналов для осуществления сигнализации по ГОСТ Р 52719-2007. ШАОТ-МП имеет 12 независимых релейных выходов:

1. «Система охлаждения включена»;
2. «Неисправность системы охлаждения»;
3. «Система охлаждения отключена»;
4. «Прекращение циркуляции масла»;
5. «Остановка вентиляторов дутья»;
6. «Включен резервный охладитель»;
7. «Включен резервный источник питания системы охлаждения»;
8. «Включен нагреватель»;
9. «Отключен нагреватель»;
10. «Автоматическое управление»;
11. «Ручное управление»;
12. «Неисправность ШАОТ-МП».

Для выдачи сигнализации используются следующие реле.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ СИГНАЛИЗАЦИИ 788-516, 788-312, 858-304, 858-508

Расположение промежуточных реле в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиции 24, 26, 55, 60. Внешний вид промежуточных реле представлен на рисунке 3.18.



Рисунок 3.18. Промежуточные реле 788-516, 788-312 (слева) и 858-304, 858-508 (справа)

Основные характеристики промежуточных реле:

Наименование параметра	788-516	788-312	858-508	858-304
Номинальное входное напряжение, В	~230	=24	~230	=24
Количество групп контактов (НО+НЗ)	2		4	
Максимальное коммутируемое напряжение, В	~250			
Максимальный коммутируемый ток, А	2x8		5	
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+50			

3.2.6. Интерфейсные устройства

Подключение ШАОТ-МП к локальной вычислительной сети системы верхнего уровня (АСУ ТП) осуществляется при помощи оптической линии связи. Интеграция может быть выполнена в любую систему верхнего уровня (АСУ ТП), поддерживающую протокол обмена информацией Modbus TCP.

Подключение к ШАОТ-МП может быть реализовано с помощью дублированных волоконно-оптических линий связи.

Состав интерфейсных устройств:

Элемент схемы	Обозначение
Коммутатор (конвертер) Ethernet промышленный	ECN2
Кросс оптический настенный	ECN1

Для организации подключения к локальной вычислительной сети системы верхнего уровня (АСУ ТП) в ШАОТ-МП применяются следующие устройства.

КОММУТАТОР ETHERNET ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ EDS-405A-MM-SC-T

При кольцевой организации оптической сети в ШАОТ-МП применяется коммутатор Ethernet промышленный EDS-405A-MM-SC-T. Расположение коммутатора в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 8. Внешний вид коммутатора показан на рисунке 3.19.



Рисунок 3.19. Коммутатор Ethernet промышленный EDS-405A-MM-SC-T

Основные характеристики коммутатора EDS-405A-MM-SC-T:

Наименование параметра	Значение
Общее количество портов, шт.	5
Диапазон напряжения питания, В	=12...45
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+75

Руководство по заданию положений микропереключателей на коммутаторе приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

КОНВЕРТЕР ETHERNET ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ IMC-21A-M-SC-T

При радиальной организации оптической сети в ШАОТ-МП применяется конвертер Ethernet промышленный IMC-21A-M-SC-T. Расположение конвертера в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 8. Внешний вид коммутатора показан на рисунке 3.20.



Рисунок 3.20. Конвертер Ethernet промышленный IMC-21A-M-SC-T

Основные характеристики конвертера IMC-21A-M-SC-T:

Наименование параметра	Значение
Общее количество портов, шт.	2
Диапазон напряжения питания, В	=12...48
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+75

Руководство по заданию положений микропереключателей на конвертере приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

КРОСС ОПТИЧЕСКИЙ НАСТЕННЫЙ ОКН-8

Связь ШАОТ-МП с системой верхнего уровня (АСУ ТП) осуществляется по волоконно-оптическому кабелю в стандарте Ethernet. Оптический кросс предназначен для размещения концевых коннекторов внешнего оптического кабеля и их стыковки с внутришкафным патч-кордом.

Расположение оптического кросса в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 42. Внешний вид оптического кросса показан на рисунке 3.21.

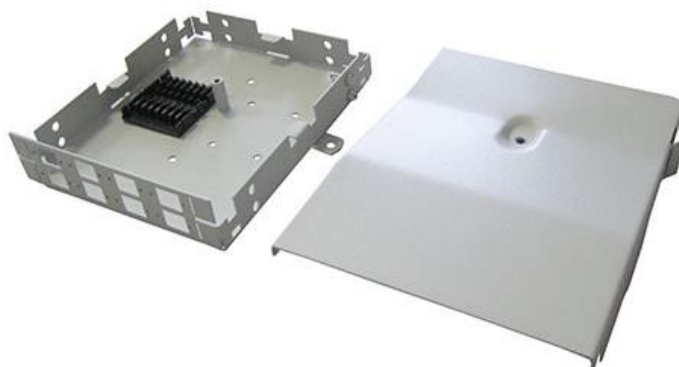


Рисунок 3.21. Кросс оптический настенный ОКН-8

Основные характеристики кросса ОКН-8:

Наименование параметра	Значение
Тип оптических коннекторов	SC
Количество оптических коннекторов	8

3.2.7. Система поддержания климатических условий внутри шкафа

Функцией системы поддержания климатических условий является поддержание температуры и влажности внутри ШАОТ-МП при эксплуатации в рамках допустимых пределов.

Обогрев оборудования ШАОТ-МП осуществляется нагревателями ЕК1...ЕК4. Управление обогревом осуществляет регулятор температуры ЕКТ1, который включает/отключает нагреватели в зависимости от температуры внутри ШАОТ-МП. Температура внутри ШАОТ-МП поддерживается на уровне +10°C.

Питание на нагреватели ЕК1...ЕК4 подается с помощью автоматического выключателя QF8.

Для системы поддержания климатических условий внутри ШАОТ-МП предусмотрена передача состояния нагревателей (включены/отключены) с помощью релейной сигнализации и передачи информации в систему верхнего уровня (АСУ ТП).

Для поддержания необходимых климатических условий внутри шкафа используются следующие устройства.

НАГРЕВАТЕЛЬ В СБОРЕ ABMP.431430.002

Расположение нагревателей в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 13. Внешний вид нагревателей показан на рисунке 3.22.



Рисунок 3.22. Нагреватель в сборе ABMP.431430.002

Основные характеристики нагревателя:

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	~220
Номинальная мощность нагрева, Вт	150

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ 01140.0-00

Расположение регулятора температуры в ШАОТ-МП показано на рисунке 3.1, позиция 36. Внешний вид регулятора показан на рисунке 3.23.



Рисунок 3.23. Регулятор температуры 01140.0-00

Основные характеристики регулятора температуры:

Наименование параметра	Значение
Максимальное напряжение, В	~250
Максимальный рабочий ток, А	10
Диапазон регулировки температуры, °C	0...+60
Диапазон рабочих температур, °C	-45...+80

Руководство по заданию температурной уставки регулятора температуры приведено в разделе 1.5 «Руководства по вводу в работу ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РВ).

4. Описание использования изделия

4.1. Конфигурирование ШАОТ-МП

Информация о работе с программным обеспечением Конфигуратора ШАОТ-МП приведена в разделе 2 «Конфигуратор ШАОТ-МП. Руководства пользователя» (RU.ABMP.00003.01 РП).

4.2. Выбор режима работы ШАОТ-МП

ШАОТ-МП может работать в двух режимах:

- автоматический режим работы;
- ручной (местный) режим работы.

Выбор режима работы осуществляется с помощью двухпозиционного кулачкового переключателя SA1 «Режим», расположенного на внутренней двери ШАОТ-МП. Положение переключателя SA1 контролируется модулем дискретного ввода ECD1.

4.2.1. Автоматический режим работы

Автоматический режим работы ШАОТ-МП выбирается установкой переключателя SA1 в положение «А». В автоматическом режиме работы управление системой охлаждения осуществляет микропроцессорный контроллер.

Шкаф ШАОТ-МП функционирует в режиме управления СО по ГОСТ Р 52719-2007:



в соответствии с алгоритмом для СО типа М – вывод из работы всех электродвигателей маслонасосов и вентиляторов;



в соответствии с алгоритмом для СО типа Д – включение электродвигателей вентиляторов;



в соответствии с алгоритмом для СО типа ДЦ – включение электродвигателей маслонасосов и вентиляторов.

Также ШАОТ-МП поддерживает возможность работы по иным алгоритмам, не соответствующим ГОСТ Р 52719-2007. Такие алгоритмы могут быть реализованы в ШАОТ-МП при дополнительном согласовании с Заказчиком в случае указания этих алгоритмов в опросном листе, являющимся приложением к Техническому заданию.

Входными данными для алгоритма управления системой охлаждения являются сигналы от датчиков. Эти сигналы могут быть как дискретными («сухой» контакт), так и аналоговыми. Алгоритм работы СО, реализованный в ШАОТ-МП, типы и значения сигналов отражены в паспорте на ШАОТ-МП.

Автоматический режим работы также поддерживает дистанционное управление ЭВ и ЭМ из системы верхнего уровня (АСУ ТП).

Для перехода в этот режим необходимо из системы верхнего уровня (АСУ ТП) по адресу регистра = 10 послать в ШАОТ-МП слово, младший байт которого содержит код команды, а старший – данные.

Для перехода в режим дистанционного управления необходимо послать команду «Перейти на режим ДУ». По приему команды ШАОТ-МП посылает квитанцию об успешном получении команды и, если это возможно, – переходит в режим дистанционного управления, после чего в буфере диагностики ШАОТ-МП выставляется признак режима ДУ.

Оператор может управлять переключением любого двигателя, посылая в ШАОТ-МП команды вида «Включить двигатель №» или «Отключить двигатель №» (двигатели нумеруются от 1 до N, чему соответствуют адреса многофункциональных модулей управления и защиты Tesys U во внутренней сети ШАОТ-МП от 0 до N-1, где N=1..16 – число задействованных двигателей в системе охлаждения).

Команда	Код команды (младший байт)	Данные (старший байт)	
		Содержание	Возможные значения
Перейти на режим ДУ	0x21	– (не используется)	–
Отказаться от режима ДУ	0x31	– (не используется)	–
Включить двигатель	0x41	№ двигателя	1...16
Отключить двигатель	0x51	№ двигателя	1...16

Выход из режима дистанционного управления осуществляется по наступлению одного из следующих событий:



приход команды «Отказаться от режима ДУ» или фиксация обрыва связи с верхним уровнем. При этом устанавливается режим автоматического управления;



перевод переключателя режимов управления SA1 в положение «Р». При этом устанавливается режим ручного управления.

4.2.2. Ручной режим работы

Ручной режим работы ШАОТ-МП выбирается установкой переключателя SA1 в шкафу ШАОТ-МП в положение «Р». Данный режим позволяет вручную управлять ЭВ и ЭМ независимо от микропроцессорного контроллера.

Управление производится с помощью кнопок ручного управления SB, расположенных на внутренней двери ШАОТ-МП. Внешний вид кнопок представлен на рисунке 3.16.

Для включения соответствующего канала управления ЭМ или ЭВ необходимо нажать на зеленый сегмент кнопки управления с символом «I». После подачи команды на включение канала на нажатой кнопке ручного управления появится светодиодная индикация (белый светодиод в средней части кнопки управления).

Для отключения соответствующего канала управления ЭМ или ЭВ необходимо нажать на красный сегмент кнопки управления с символом «O». После подачи команды на отключение канала на нажатой кнопке исчезнет светодиодная индикация.

Следует помнить, что управление ЭВ и ЭМ с помощью кнопок на лицевой панели ШАОТ-МП не отражается на работе контроллеров ШАОТ-МП, в этом режиме не действуют ограничения:

- на остаточный ресурс ЭМ и ЭВ;
- на температуру масла в трансформаторном оборудовании;
- на вывод ЭМ и ЭВ в ремонт.

5. Контроль функционирования изделия

5.1.1. Общая информация

Для контроля функционирования ШАОТ-МП и СО трансформаторного оборудования предусмотрены следующие возможности:

- световая сигнализация на внешней двери ШАОТ-МП (пункт 5.1.2);
- релейные выходы ШАОТ-МП (пункт 5.1.3);
- информация, передаваемая в систему верхнего уровня (пункт 5.1.4).

5.1.2. Световая сигнализация

На внешней двери ШАОТ-МП расположены пять ламп сигнализации:

- HL2 «Питание основной ввод» (зеленая) – горит при питании ШАОТ-МП от основного ввода;
- HL3 «Питание резервный ввод» (зеленая) – горит при питании ШАОТ-МП от резервного ввода;
- HL4 «Неисправность системы охлаждения» (желтая) – горит:
 - при аварийном отключении электродвигателя пускового маслососа (при наличии);
 - при аварийном отключении любого электродвигателя рабочего маслососа (при наличии);
 - при аварийном отключении любого электродвигателя рабочего вентилятора;
 - при аварийном отключении электродвигателя резервного маслососа (при наличии) и аварийном отключении электродвигателя резервного вентилятора (при наличии);
 - при включении электродвигателя резервного маслососа (при наличии);
 - при включении электродвигателя резервного вентилятора (при наличии);
 - при неотключении электродвигателя пускового маслососа (при наличии) при работающих электродвигателях рабочих маслососов (при наличии);
 - при включении резервного ввода питания системы охлаждения.

- HL5 «Авария системы охлаждения» (красная) – горит:
 - при отключении основного и резервного вводов питания системы охлаждения;
 - при отключении основного (EP1) и резервного (EP2) источников питания ШАОТ-МП;
 - при отключении электродвигателей пускового (при наличии) и всех рабочих маслонасосов (при наличии) в случае необходимости включенного состояния хотя бы одного из них;
 - при отключении всех электродвигателей рабочих вентиляторов в случае необходимости включенного состояния хотя бы одного из них.
- HL6 «Неисправность ШАОТ-МП» (красная) – горит:
 - при отключении автоматического выключателя основного ввода питания;
 - при отключении автоматического выключателя резервного ввода питания;
 - при отключении автоматического выключателя питания =220 В;
 - при отсутствии питания =220 В;
 - при отключении автоматического выключателя питания отсечного клапана;
 - при отключении автоматического выключателя обогрева;
 - при отключении основного (EP1) источника питания ШАОТ-МП;
 - при отключении резервного (EP2) источника питания ШАОТ-МП;
 - при отсутствии связи с модулем М-7051D;
 - при отсутствии связи с модулем М-7017R;
 - при отсутствии связи с модулем М-7188ХА;
 - при отсутствии связи с модулями управления и защиты ADM;
 - при неисправности модулей управления и защиты ADM;
 - при выходе значения температуры в ШАОТ-МП за пределы допустимого диапазона;
 - при недостаточном количестве входных данных для расчета алгоритма охлаждения;
 - при отсутствии корректной конфигурации ШАОТ-МП.

При отсутствии индикации на лампах HL4, HL5, HL6 все контролируемые устройства системы охлаждения работают нормально.

При наличии индикации на лампах HL4, HL5 или HL6 для определения конкретной неисправности следует проверить функционирование электродвигателей системы охлаждения и программно-технических средств ШАОТ-МП. Для выявления неисправности необходимо воспользоваться разделами 1 и 2 «Руководства по ремонту и обслуживанию ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РП).

5.1.3. Релейные выходы ШАОТ-МП

ШАОТ-МП обеспечивает выдачу всех необходимых сигналов для осуществления сигнализации по ГОСТ Р 52719-2007. В ШАОТ-МП имеется 12 независимых релейных выходов:

Наименование сигнала	Логика формирования
Система охлаждения включена: – при включении электродвигателя пускового маслонасоса (при наличии); – при включении электродвигателей рабочих маслонасосов (при наличии); – при включении электродвигателей рабочих вентиляторов.	KL4(НО)
Неисправность системы охлаждения: – при аварийном отключении электродвигателя пускового маслонасоса (при наличии); – при аварийном отключении любого электродвигателя рабочего маслонасоса (при наличии); – при аварийном отключении любого электродвигателя рабочего вентилятора; – при аварийном отключении электродвигателя резервного маслонасоса (при наличии) и аварийном отключении электродвигателя резервного вентилятора (при наличии); – при включении электродвигателя резервного маслонасоса (при наличии); – при включении электродвигателя резервного вентилятора (при наличии); – при неотключении электродвигателя пускового маслонасоса (при наличии) при работающих электродвигателях рабочих маслонасосов (при наличии); – при включении резервного ввода питания системы охлаждения.	KL5(НО) или KM2(НО)
Система охлаждения отключена: – при отключении основного и резервного вводов питания системы охлаждения; – при отключении основного (EP1) и резервного (EP2) источников питания ШАОТ-МП; – при отключении электродвигателей пускового (при наличии) и всех рабочих маслонасосов (при наличии) в случае необходимости включенного состояния хотя бы одного из них; – при отключении всех электродвигателей рабочих вентиляторов в случае необходимости включенного состояния хотя бы одного из них.	KL6(НО) или (KM1(НЗ) и KM2(НЗ)) или KL3(НЗ)
Прекращение циркуляции масла: – при отключении всех электродвигателей маслонасосов (при наличии).	KL7(НО)
Остановка вентиляторов дутья: – при отключении всех электродвигателей вентиляторов.	KL8(НО)

Включен резервный охладитель: – при включении электродвигателя резервного маслососа (при наличии) и включении электродвигателя резервного вентилятора (при наличии).	KL9(НО)
Включен резервный источник питания системы охлаждения	KL1(НО)
Включен нагреватель	KL11(НО)
Отключен нагреватель	KL11(НЗ)
Автоматическое управление	SA1(НЗ)
Ручное управление	SA1(НО)
Неисправность ШАОТ-МП: – при отключении автоматического выключателя основного ввода питания; – при отключении автоматического выключателя резервного ввода питания; – при отключении автоматического выключателя питания =220 В; – при отсутствии питания =220 В; – при отключении автоматического выключателя питания отсечного клапана; – при отключении автоматического выключателя обогрева; – при отключении основного (ЕР1) источника питания ШАОТ-МП; – при отключении резервного (ЕР2) источника питания ШАОТ-МП; – при отсутствии связи с модулем М-7051D; – при отсутствии связи с модулем М-7017R; – при отсутствии связи с модулем М-7188ХА; – при отсутствии связи с модулями управления и защиты ADM; – при неисправности модулей управления и защиты ADM; – при выходе значения температуры в ШАОТ-МП за пределы допустимого диапазона; – при недостаточном количестве входных данных для расчета алгоритма охлаждения; – при отсутствии корректной конфигурации ШАОТ-МП.	KL10(НЗ)

5.1.4. Информационный обмен с системой верхнего уровня (АСУ ТП)

Состав информационного обмена между ШАОТ-МП и системой верхнего уровня (АСУ ТП) приведен в Приложении 2.

6. Порядок выключения изделия

Вывод ШАОТ-МП из работы выполняется в следующем порядке:

1. Открыть внешнюю, а затем промежуточную дверь ШАОТ-МП;
2. Перевести рукоятку переключателя SA1 «Режим» в положение «Ручное»;
3. Отключить все двигатели кнопками ручного управления «Стоп», дождаться исчезновения светодиодной индикации включенного состояния двигателей на соответствующих кнопках ручного управления;
4. Отключить автоматические выключатели QF3...QF5. Убедиться в исчезновении светодиодной индикации включенного состояния на источниках питания EP1, EP2, коммутаторе (конвертере) ECN2, контроллерах ECP1, ECP2 и модулях ввода-вывода ECA1, ECD1, ER1;
5. Отключить автоматические выключатели QF6...QF8;
6. Убедиться в отсутствии напряжения ~230В на розетке ES1, лампе освещения HL1, нагревателях EK1...EK4 и клеммнике питания отсечного клапана ХТР5;
7. Отключить автоматические выключатели QF1 и QF2;
8. Убедиться, что на реле контроля напряжения KV1 и KV2 отсутствует сигнализация наличия входного напряжения;
9. Убедиться по индикатору состояния, что контакторы KM1 и KM2 находятся в положение «Отключено»;
10. Закрыть промежуточную и внешнюю двери ШАОТ-МП.

После выполнения всех указанных пунктов ШАОТ-МП считается полностью выведенным из эксплуатации.

7. Возможные неисправности при использовании изделия

Перечень возможных неисправностей ШАОТ-МП, которые могут возникать в процессе его использования по назначению, приведен в разделе 1 «Руководства по ремонту и обслуживанию ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РР).

Перечень диагностируемых программно-техническими средствами ШАОТ-МП неисправностей двигателей системы охлаждения, которые могут возникать в процессе использования по назначению ШАОТ-МП, приведен в разделе 2 «Руководства по ремонту и обслуживанию ШАОТ-МП» (АВМР.421417.039 РР).

Приложение 1. Перечень входных сигналов

Перечень входных сигналов управления, контролируемых шкафом автоматического управления трансформаторного оборудования ШАОТ-МП, приведен в следующей таблице (на один шкаф):

Наименование сигнала	Датчик/ источник информации	Тип сигнала	Кол-во сигналов
Аналоговые сигналы			
Ток нагрузки (по стороне ВН)	Встроенный ТТ	(0–1(5)) А	1
Температура верхних слоев масла	Датчик температуры ¹⁾	(4–20) мА	1
Температура обмотки (наиболее нагретой точки ННТ)	Датчик температуры ¹⁾	(4–20) мА	1
Температура окружающей среды	Датчик температуры ²⁾	(4–20) мА	1
Температура внутри шкафа ШАОТ-МП	Датчик температуры ²⁾	(4–20) мА	1
Контактные сигналы			
Трансформатор отключен	Система автоматики ¹⁾	сухой контакт	1
«Температура ВСМ достигла уставки №1»	Датчик температуры ¹⁾	сухой контакт	1
«Температура ВСМ достигла уставки №2»	Датчик температуры ¹⁾	сухой контакт	1
«Токовая нагрузка достигла уставки №1»	Токовое реле ¹⁾	сухой контакт	1
«Токовая нагрузка достигла уставки №2»	Токовое реле ¹⁾	сухой контакт	1

¹⁾ Указанные датчики входят в комплект поставки ТО

²⁾ Указанные датчики входят в комплект поставки ШАОТ-МП

Приложение 2. Состав информационного обмена между ШАОТ-МП и системой верхнего уровня (АСУ ТП)

Состав информационного обмена между ШАОТ-МП и системой верхнего уровня (АСУ ТП) приведен в следующей таблице:

№ п/п	Наименование	Направление передачи
1	Идентификационные данные ШАОТ	
1.1	Идентификатор ПО ЦКУ	ШАОТ-МП → АСУ ТП
1.2	Версия/подверсия ПО ЦКУ	ШАОТ-МП → АСУ ТП
1.3	Идентификаторы модулей связи Tesys U	ШАОТ-МП → АСУ ТП
1.4	Версии/подверсии ПО модуля связи Tesys U	ШАОТ-МП → АСУ ТП
2	Конфигурация ШАОТ	
2.1	Используемые аналоговые сигналы	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.2	Используемые дискретные сигналы	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.3	Описание объекта	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.3.1	Название объекта	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.3.2	Тип ТО	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.3.3	Станционное обозначение ТО	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4	Описание ТО	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.1	Тепловая постоянная времени для масла	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.2	Тепловая постоянная времени для обмотки	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.3	Показатель степени теплового уравнения обмотки	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.4	Коэффициент теплового уравнения обмотки K21	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.5	Коэффициент теплового уравнения обмотки K22	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.4.6	Номинальный перегрев обмотки над Твсм	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5	Описание СО	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.1	Тип СО (Д/ДЦ/НДЦ)	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.2	Количество охладителей	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.3	Количество вентиляторов	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.4	Количество маслососов	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.5	Номинальный ток вентиляторов	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.6	Номинальный ток маслососов	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.5.7	Типы двигателей	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.6	Таблица переключений ступеней охлаждения	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
2.7	Таблица переключений ступеней подключения вентиляторов	ШАОТ-МП ↔ АСУ ТП
3	Команды	
3.1	Перейти на режим диспетчерского управления СО	ШАОТ-МП ← АСУ ТП

3.2	Отказаться от режима диспетчерского управления СО	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.3	Включить двигатель	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.4	Отключить двигатель	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.5	Обнуление перезаписываемой памяти ЦКУ	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.6	Обнуление счетчиков рестарта ЦКУ	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.7	Сохранение всего моторесурса в EEPROM	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.8	Обнуление всего моторесурса	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.9	Переход на конфигурацию из памяти EEPROM ЦКУ	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.10	Переход на конфигурацию по умолчанию	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
3.11	Рестарт ЦКУ	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
4	Текущие данные	
4.1	Измеренные сигналы и вычисленные значения	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.1	Ток нагрузки	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.2	Температура ВСМ	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.3	Температура ННТ обмотки	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.4	Температура воздуха	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.5	Токовая нагрузка	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.6	$T_{\text{ННТ}}$ расчетная	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.1.7	Трансформатор отключен/включен	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.2	Самодиагностика ШАОТ	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.2.1	Диагностика ЦКУ	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.2.2	Диагностика СО, в том числе, флаги сигнализации	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.3	Моторесурс для всех двигателей	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.3.1	Число пусков двигателя	ШАОТ-МП → АСУ ТП
4.3.2	Наработка двигателя	ШАОТ-МП → АСУ ТП
5	Новый моторесурс	
5.1	Номер двигателя	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
5.2	Новое значение числа пусков двигателей	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
5.3	Новое значение моторесурса	ШАОТ-МП ← АСУ ТП
6	Данные, используемые при отладке/наладке на заводе	
6.1	Коды измеряемых сигналов	ШАОТ-МП → АСУ ТП
6.2	Статистика связи с абонентами ВКС	ШАОТ-МП → АСУ ТП
6.3	Журнал стартов ЦКУ	ШАОТ-МП → АСУ ТП