



Программно-технический комплекс
Автономный регистратор аварийных событий

TOPAZ PAC

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПЛСТ.421457.108 РЭ

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Термины и определения	4
Обозначения и сокращения	4
Введение.....	5
1 Описание и работа	5
1.1 Назначение изделия	5
1.2 Состав изделия	5
1.3 Основные характеристики РАС	6
1.3.1 Характеристики конструкции	6
1.3.2 Характеристики питания	7
1.3.3 Характеристики надежности	8
1.3.4 Климатические и механические характеристики эксплуатации	8
1.3.5 Безопасность и электромагнитная совместимость	9
1.3.6 Характеристики регистрации аварийных событий.....	9
1.3.7 Характеристики каналов аналогового измерения	10
1.3.8 Характеристики входов телесигнализации	13
1.3.9 Характеристики выходов телеуправления.....	13
1.3.10 Характеристики каналов связи	14
1.3.11 Характеристики синхронизации времени.....	16
1.4 Устройство и работа.....	17
1.4.1 Регистрация аварийных событий	18
1.5 Описание и работа компонент РАС.....	23
1.5.1 Модули телеизмерения	28
1.5.2 Модули телесигнализации	28
1.5.3 Модули телеуправления.....	29
1.5.4 Синхронизация времени.....	30
1.5.5 Сетевой коммутатор.....	31
1.6 Программное обеспечение РАС	31
1.6.1 Встроенное ПО	32
1.6.2 Прикладное (пользовательское) ПО.....	32
1.7 Комплектность	35
2 Упаковка	35
3 Использование по назначению.....	35
3.1 Эксплуатационные ограничения	35
3.2 Подготовка изделия к использованию	35
3.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия.	35
3.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия.....	36



3.2.3	Указания по установке и монтажу	36
3.2.4	Указания по включению и опробованию работы изделия	36
3.3	Эксплуатация изделия	37
3.3.1	Перечень возможных неисправностей	37
3.3.2	Порядок действия обслуживающего персонала	38
3.3.3	Перечень режимов работы РАС	38
3.3.4	Порядок приведения РАС в исходное положение	38
3.3.5	Порядок выключения РАС	38
3.3.6	Меры безопасности при использовании изделия по назначению	38
3.3.7	Действия в экстремальных условиях	39
4	Техническое обслуживание	39
4.1	Техническое обслуживание изделия	39
4.1.1	Общие указания.....	39
4.1.2	Меры безопасности.....	40
4.1.3	Порядок технического обслуживания изделия.	40
4.1.4	Проверка работоспособности ПТК.....	43
4.1.5	Консервация.....	43
5	Текущий ремонт.....	43
6	Хранение	43
7	Транспортирование	44
8	Утилизация	44
Приложение А ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ШКАФОВ TOPAZ РАС.....		45
Лист регистрации изменений		49

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Автономный РАС - программно-технический комплекс, установленный на объекте электроэнергетики, осуществляющий независимо от других устройств (МП РЗА, АСУ ТП и т.п.) регистрацию и хранение данных РАС (СТО 59012820.29.020.006-2015).

Блокировка от длительного пуска - принудительное прекращение записи аварийного режима при превышении заданного интервала времени срабатывания пускового органа РАС.

Данные РАС - осциллограммы аварийных событий (аналоговые и дискретные сигналы, регистрируемые автономным РАС) и текстовые отчеты об аварийном событии (СТО 59012820.29.020.006-2015).

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем Стандарте применены следующие обозначения и сокращения.

АРМ	-	автоматизированное рабочее место	
АСУ ТП	-	автоматизированная система управления технологическими процессами подстанции	
ВЧ	-	высокочастотный	
ЕНЭС	-	Единая национальная (общероссийская) электрическая сеть ЛЭП	-
		линия электропередачи	
ЛУ	-	Логический узел	
МЕ	-	монтажная единица	
МП РЗА	-	микропроцессорное устройство релейной защиты и автоматики ОМП	
	-	определение места повреждения	
ПО	-	программное обеспечение	
ПС	-	подстанция	
РАС	-	автономный регистратор аварийных событий СОПТ	- система
		оперативного постоянного тока	
ТН	-	трансформатор напряжения	
ТТ	-	трансформатор тока	
УСВ	-	устройство синхронизации времени	
УСШ	-	устройство сопряжения с шиной процесса	
УЭИ	-	устройство электронное интеллектуальное	
COMTRADE	-	Common Format for Transient Data Exchange for Power Systems	
		(«Общий формат для обмена данными переходных процессов для энергосистем»)	
ETHERNET	-	семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей	
GOOSE	-	Generic Object Oriented Substation Event («широковещательное объектно-ориентированное сообщение о событии на подстанции» по IEC 61850-8-1)	
MMS	-	Manufacturing Message Specification («спецификация производственных сообщений» по ISO/IEC 9506)	
RS-485	-	Recommended Standard 485	
USB	-	Universal Serial Bus («универсальная последовательная шина»)	

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Руководство по эксплуатации содержит информацию о назначении, устройстве, использовании, техническом обслуживании, текущем ремонте, хранении, транспортировке и утилизации Автономного регистратора аварийных событий (далее по тексту – РАС) построенного на базе программно-технического комплекса TOPAZ (далее по тексту – ПТК). Руководство по эксплуатации предназначено для эксплуатационного персонала и инженеров-проектировщиков АСУ ТП, систем телемеханики и диспетчеризации.

К работе с РАС допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III и прошедшие курс обучения по эксплуатации устройства в рамках настоящего Руководства по эксплуатации (РЭ).



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 изделия

Автономный регистратор аварийных событий TOPAZ РАС предназначен для регистрации (фиксации) и хранения данных об аварийных событиях, изменений параметров электромагнитных переходных и установившихся процессов в электрической сети 6-750 кВ.

РАС выполняет функции:

- регистрации сигналов аналоговых величин напряжения и силы переменного и постоянного тока путем фиксации мгновенных значений и преобразования в цифровую форму в виде массива последовательных выборок, квантованных по уровню и времени с периодом установленной частоты дискретизации;
- расчета значений аналоговых сигналов (действующие, средние, симметричные составляющие), выполняемого посредством цифровой обработки массива регистрируемых значений;
- определения частоты основной гармоники регистрируемых значений сигналов переменного тока и напряжения;
- регистрации состояния дискретных сигналов;
- сохранения массива зарегистрированных значений с необходимыми атрибутами (метки времени, наименование каналов, коэффициентов трансформации, частота дискретизации).

1.2 Состав изделия

Автономный регистратор аварийных событий TOPAZ РАС является проектно-компануемым программно-конфигурируемым изделием. В состав РАС входит:

а) технические средства:

- регистратор аварийных событий:
 - устройство электронное интеллектуальное (УЭИ) TOPAZ iSAS на базе TOPAZ IEC DAS MX240/MX681/MX820, версия ПО: 1.0;
- сетевое оборудование и оборудование синхронизации времени:
 - сетевые коммутаторы TOPAZ SW, версия ПО: 1.0;

- устройство синхронизации времени (УСВ) TOPAZ Метроном PTS, версия ПО: 1.0;
- модули ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов:
 - устройства сопряжения с шиной процесса (УСШ) TOPAZ MU, версия ПО: 1.0.2.3;
 - модули телесигнализации TOPAZ TM DIN16C-Pr и TOPAZ TM DIN32C-Pr, версия ПО: 1.0.2.3;
 - модули телеуправления TOPAZ TM DOUT8 MR-Pr и TOPAZ TM DOUT16 MR-Pr, версия ПО: 1.0.2.3;
- блоки вторичного электропитания;
- сборочный шкаф навесного или напольного исполнения;
- б) программное обеспечение:
 - операционная система Linux;
 - драйверы для доступа операционной системы комплекса к аппаратному обеспечению оборудования сторонних производителей.

1.3 Основные характеристики РАС

1.3.1 Характеристики конструкции

Конструктивно РАС представляет собой металлический компоновочный шкаф, внутри которого закреплены модули и устройства на монтажных рейках (распределенная система, модульная структура) согласно ГОСТ 28601.1 и ГОСТ 28601.2, входящие в состав РАС. Степень защиты корпуса IP 20. Компоненты РАС выполнены из материалов, не поддерживающих горение согласно ГОСТ 12.1.004-91. По устойчивости к механическим воздействиям компоненты РАС соответствуют группе М43 согласно ГОСТ 17516.1-90. Сейсмостойкость по ГОСТ 30546.1-98 9 баллов.

Компоненты РАС должны размещаться в шкафу со степенью защиты не ниже IP54. Способ размещения РАС:

- в напольном шкафу;
- в навесном шкафу.

Подключение или отключение всех ответных частей соединителей к техническим средствам ПТК не требуют подключения или отключения соседних соединителей или демонтажа конструктивных элементов, кроме элементов, обеспечивающих электробезопасность.

Соединители для подключения кабелей и шлейфов интерфейсов связи и каналов ввода-вывода конструктивно различны, что исключает случайного неверного подключения, способного вызвать повреждение элементов ПТК.

Надписи на панелях устройств РАС выполнены на русском языке (кроме названия-логотипа фирмы-производителя).

Массогабаритные характеристики компонент ПТК указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Массогабаритные характеристики плат TOPAZ

Устройство	Масса, кг, не более*	Габаритные размеры (ШВГ), не более*
УЭИ TOPAZ iSAS MX240	3	361 x 440 x 133
УЭИ TOPAZ iSAS MX681	3	361 x 440 x 133
УЭИ TOPAZ iSAS MX820	14	180x108,5x124
УСШ TOPAZ MU (стандартная модификация)	3	180x99x124
Модуль ТС TOPAZ TM DIN16C-Pr	0,3	22,5x99x114,5

Устройство	Масса, кг, не более*	Габаритные размеры (ШВГ), не более*
Модуль ТС TOPAZ TM DIN32C-Pr	0,5	45x99x114,5
Модуль ТС TOPAZ TM DOUT8 MR-Pr	0,3	22,5x99x114,5
Модуль ТС TOPAZ TM DOUT16 MR-Pr	0,5	45x99x114,5
Сетевой коммутатор TOPAZ SW	3	180x99x124
УСВ TOPAZ Метроном PTS	1,5	135x100x225
Блок питания TOPAZ PW220	0,5	45x99x114,5
Примечание* В максимальной модификации. Указано максимальные габариты (в модификации с максимальным количеством плат)		

1.3.2 Характеристики питания

Электропитание РАС может осуществляться, в зависимости от исполнения по питанию устройств в составе ПТК:

- от сети переменного тока с номинальным напряжением 230, номинальной частотой 50 Гц или от источника постоянного тока номинальным напряжением 220 В;
- от источника питания постоянного тока номинальным напряжением 24 В.

Электропитание РАС выполнено в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.17-2000, ГОСТ Р 51317.6.5-2006.

Таблица 2 – Характеристики электропитания РАС

Наименование параметра	Значение
Диапазон длительных отклонений напряжения не менее:	от -50 % до +10 %
Допустимый уровень пульсаций от $U_{\text{ном СОПТ}}$, %, не менее	12
Помехоустойчивость к провалам напряжения электропитания:	
- в течение 1 с, % от $U_{\text{ном СОПТ}}$	30
- в течение 0,1 с, % от $U_{\text{ном СОПТ}}$	60
Допустимый перерыв питания без перезагрузки, с	0,5
Защита входов питания от «переплюсовки»	есть
Время готовности РАС после подачи питания, с, не более	30

Компоненты РАС не выдают ложных команд управления при снятии и подаче электропитания и оперативного тока, а также при снижении или повышении напряжения электропитания и оперативного тока, замыканиях на землю в этих цепях, выключении, включении и перезагрузке модулей в составе компоненты РАС.

Ввод питания РАС от сети 220 В DC (230 В AC) осуществляется через блоки питания TOPAZ PW220, либо устройства питания сторонних производителей, соответствующие ГОСТ Р 51317.4.17-2000, ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (состав оборудования питания РАС определяется на этапе проектирования, в зависимости от реализации СОПТ ПС). Внешний вид блока питания TOPAZ приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид блока питания TOPAZ PW220/24/50W-AC/DC

1.3.3 Характеристики надежности

при пропадании или плавном снижении питания устройства конфигурация, записи осциллограмм и журналов событий устройства сохраняются в энергонезависимой памяти, которая обеспечивает сохранение параметров, при отсутствии напряжения питания. Элементы РАС не имеют вращающихся элементов (вентиляторов, жестких дисков). В качестве накопителей данных используются твердотельные накопители данных (SSD). Достоверность передаваемой информации определяется используемым протоколом связи.

Таблица 3 – Характеристики надежности

Наименование параметра	Значение
Среднее время наработки на отказ, час, не менее	150000
Режим работы	Непрерывный
Срок службы (при условии замены комплектующих изделий, модулей и устройств, выработавших свой срок службы, согласно перечню, разработанному производителем), лет, не менее	30
Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования (с даты окончания гарантийного срока), не менее, лет	20
Среднее восстановление работоспособности по любой из выполняемых функций (замена модуля), часов, не более	2
Обязательства по гарантийному обслуживанию с момента ввода в эксплуатацию, лет, не менее	3

1.3.4 Климатические и механические характеристики эксплуатации

Климатическое исполнение РАС УХЛ4 при размещении в обогреваемых и (или) охлаждаемых помещениях, УХЛЗ.1 при размещении в помещениях с нерегулируемыми

климатическими условиями и в шкафах ОРУ. По устойчивости к воздействию атмосферного давления РАС соответствует группе Р2 по ГОСТ Р 52931-2008. Тип атмосферы II. Максимальная высота над уровнем моря по ГОСТ 15543.1-89 для эксплуатации устройства – 2000 метров.

Для условий эксплуатации РАС ниже -25°С в шкафу допускается установка элементов обогрева.

1.3.5 Безопасность и электромагнитная совместимость

РАС, в части защиты от поражения электрическим током, соответствует требованиям ГОСТ 12.2.091-2012. Класс защиты от поражения электрическим током 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Значение сопротивления между заземляющим болтом (винтом, шпилькой) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью, которая может оказаться под напряжением для устройств РАС не превышает 0,1 Ом.

Таблица 4 – Диэлектрические характеристики

Параметр	Значение
Электрическая прочность и сопротивление изоляции	
Сопротивление изоляции между независимыми цепями и каждой независимой цепью и корпусом, при напряжении 500 В, МОм, не менее,	100
Испытание импульсным напряжением цепей с напряжением более 60 В	2000 В, 50 Гц, 1 мин.
Электрическая прочность цепей с напряжением не более 60 В	500 В, 50 Гц, 1 мин.
Испытание импульсным напряжением	3 импульса 5 кВ положительной и 3 отрицательной полярности, с шириной переднего фронта 1,2 мкс, и шириной заднего фронта – 50 мкс и интервалом повторения 5 с

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

По устойчивости к электромагнитным помехам РАС 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, применяемого на электростанциях и подстанциях.

1.3.6 Характеристики регистрации аварийных событий

Параметры длительности записи одной осциллограммы (доаварийного и послеаварийного режимов), а также значение времени блокировки от длительного пуска задаются оператором. Характеристики регистрации аварийных событий приведены в таблице ниже.

Таблица 5 – Характеристики регистрации аварийных событий

Наименование параметра	Значение
Время срабатывания пусковых органов, мс, не более	10
Длительность непрерывной записи аварийного режима, с	4-30
Длительность записи доаварийного режима, с	0,1 - 10
Длительность записи послеаварийного режима, с	0,5 - 29,9
Блокировка от длительного пуска	есть
Автоматический вывод из работы (ввод в работу) длительно сработанных пусковых органов	есть

Наименование параметра	Значение
Точность фиксации времени события, мс не хуже	1
Формат записи	COMTRADE 1999 COMTRADE 2013
Суммарная длительность одновременно хранимых в энергонезависимой памяти РАС осциллограмм, часов, не менее	6

1.3.7 Характеристики каналов аналогового измерения

Каналы тока и напряжения (аналоговые входы устройства) гальванически изолированы. Номинальные значения основных параметров аналоговых измерений приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Номинальные значения пусковых параметров

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Номинальное действующее значение силы переменного тока, А	$I_{\text{НОМ}}$	1; 5
Номинальная частота основной гармоники сигналов переменного тока, Гц	$f_{\text{НОМ}}$	50
Номинальное действующее значение линейного напряжения переменного тока, В	$U_{\text{НОМ}}$	100
Номинальное значение напряжения системы оперативного постоянного тока	$U_{\text{НОМ СОРТ}}$	110; 220

Характеристики каналов аналогового измерения приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики каналов аналогового измерения

Наименование параметра	Значение
Количество аналоговых каналов, не менее	8 ¹⁾
Регистрация мгновенных значений напряжения переменного тока	
Диапазон действующих значений, регистрируемых с установленной разрешающей способностью, В	от 0 до 330
Диапазон действующих значений, регистрируемых с установленной погрешностью, В	от 5,7 до 330
Перегрузочная способность, В	450
Разрешающая способность, В	0,25
Допустимая относительная (δ) погрешность по амплитуде, %	$\pm 0,1$
Допустимая приведенная (γ) погрешность по амплитуде ³⁾ , %, не более	$\pm 0,5$
Разрешающая способность по фазе, эл. градусы	1
Потребление на фазу, ВА, не более	0,1
Регистрация мгновенных значений силы переменного тока	
Диапазон действующих значений, регистрируемых с заданной разрешающей способностью: – для канала $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$, А – для канала $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$, А	от 0 до 50 от 0 до 200
Диапазон действующих значений, регистрируемых с установленной погрешностью: – для канала $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$, А – для канала $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$, А	от 0,01 до 50 от 0,05 до 200
Перегрузочная способность, не менее – длительно	$2,0 \cdot I_{\text{НОМ}}$

Наименование параметра	Значение
– при протекании тока длительностью менее 1 с	$40 \cdot I_{\text{НОМ}}$
Допустимая разрешающая способность токовых входов, А, не хуже:	
– для канала $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$	0,01
– для канала $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$	0,05
Допустимая относительная (δ) погрешность по амплитуде, %	$\pm 0,1$
Допустимая приведенная (γ) погрешность ³⁾ , %, не более	$\pm 1,0$
Разрешающая способность по фазе, эл. градусы, не менее	1
Потребление на фазу, ВА, не более	0,1
Определение частоты основной гармоники регистрируемых сигналов переменного тока	
Допустимая абсолютная погрешность, Гц, не более	$\pm 0,01$
Диапазон показаний, Гц	4-75
Диапазон измерений, Гц	45-55
Разрешающая способность (в диапазоне показаний), не хуже	0,02
Регистрация значений напряжения постоянного тока	
Количество каналов напряжения постоянного тока, не менее	4 ²⁾
Диапазон значений регистрируемых с установленной разрешающей способностью, В	$\pm(0-330)$
Диапазон значений, регистрируемых с установленной погрешностью, В	$+(0,5-330)$
Перегрузочная способность, не менее	$\pm 1,5 \cdot U_{\text{НОМСОПТ}}$
Разрешающая способность, В	0,5
Допустимая относительная (δ) погрешность, %	$\pm 0,1$
Допустимая приведенная (γ) погрешность ³⁾ , %, не более	$\pm 0,5$
Входное сопротивление цепей канала, МОм, не менее	1
Регистрация сигналов ВЧ постов	
Диапазон значений, регистрируемых с установленной разрешающей способностью, В	0-330
Диапазон значений, регистрируемых с установленной погрешностью, В	0,5-330
Допустимая разрешающая способность, В, не менее	0,02
Допустимая относительная (δ) погрешность, %	$\pm 0,1$
Допустимая приведенная (γ) погрешность ³⁾ , %, не более	$\pm 0,5$
Входное сопротивление цепей канала, кОм, не менее	10
Перегрузочная способность каналов, В, не менее	30
Частота дискретизации РАС	
Стандартный ряд частот дискретизации при $f_{\text{НОМ}}$, Гц	1000, 1200, 1600, 2000, 2400, 2500, 3200, 4000, 4800, 5000, 6400, 8000, 9600, 12800, 14400
Возможность автоматического изменения частоты дискретизации	есть
Примечания:	
1) Количество каналов аналогового измерения определяется количеством УСШ в составе РАС (при 1 УСШ в составе РАС, количество каналов 8);	
2) Количество каналов напряжения постоянного тока определяется количеством УСШ с функцией измерения напряжения постоянного тока в составе РАС. УСШ с функцией измерения напряжения постоянного тока имеет от 4 до 8 каналов измерения напряжения постоянного тока.	
3) Допустимое значение приведенной погрешности регистрации значений тока и напряжения	

Наименование параметра	Значение
согласно СТО 34.01-4.1-002-2017 «Регистраторы аварийных событий. Технические требования». Расчет фактических значений приведенных погрешностей при регистрации тока и напряжения приведен в разделе 1.3.7.1.	

1.3.7.1 Расчет приведенной погрешностей регистрации значений тока и напряжения

Приведенные погрешности регистрации силы переменного тока, а также напряжения постоянного и переменного тока не превышают значений, указанных в таблице 7.

Ниже приведены формулы расчета погрешностей согласно ГОСТ 8.401-80 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования».

Формула расчёта относительной погрешности (δ):

$$\delta = \frac{\Delta X}{X_{\text{ОП}}}$$

где: ΔX - пределы допускаемой абсолютной основной погрешности;
 $X_{\text{оп}}$ – опорное значение.

Формула расчёта приведенной погрешности (γ):

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_{\text{НОРМ}}}$$

где: ΔX - пределы допускаемой абсолютной основной погрешности;

$X_{\text{норм}}$ – разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений (согласно РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.»)

Для расчёта приведенной погрешности (γ) необходимо выразить её из относительной погрешности (δ):

$$\gamma = \frac{\delta \times X_{\text{ОП}}}{X_{\text{НОРМ}}}$$

Результаты расчёта приведенной погрешности приведены в таблицах 7.1 – 7.4:

Таблица 7.1 – Расчет приведенной погрешности регистрации значений напряжения переменного тока для диапазона от 10 до 250 В

№ изм.	δ , %	$U_{\text{оп}}$, В	$U_{\text{норм}}$, В	$\gamma_{\text{расчёт}}$, %	$\gamma_{\text{допуск}}$, %
1	0,1	10	240	$\pm 0,0042$	0,5
2	0,1	57,73	240	$\pm 0,0241$	0,5
3	0,1	250	240	$\pm 0,1042$	0,5

Таблица 7.2 – Расчет приведенной погрешности регистрации значений силы переменного тока для диапазона от 0,1 до 40 А

№ изм.	δ , %	$I_{\text{оп}}$, А	$I_{\text{норм}}$, А	$\gamma_{\text{расчёт}}$, %	$\gamma_{\text{допуск}}$, %
1	0,1	0,1	39,9	$\pm 0,0003$	1
2	0,1	1	39,9	$\pm 0,0025$	1
3	0,1	40	39,9	$\pm 0,1003$	1

Таблица 7.3 – Расчет приведенной погрешности регистрации значений силы переменного тока для диапазона от 0,5 до 200 А

№ изм.	δ , %	$I_{\text{оп}}$, А	$I_{\text{норм}}$, А	$\gamma_{\text{расчёт}}$, %	$\gamma_{\text{допуск}}$, %
1	0,1	0,5	199,5	$\pm 0,0003$	1
2	0,1	5	199,5	0,0025	1
3	0,1	200	199,5	0,1003	1

Таблица 7.4 – Расчет приведенной погрешности регистрации значений напряжения постоянного тока для диапазона от 0,5 до 330 В

№ изм.	$\delta, \%$	$U_{оп}, В$	$U_{норм}, В$	$\gamma_{расчѐт}, \%$	$\gamma_{допуск}, \%$
1	0,1	0,5	329,5	$\pm 0,0002$	0,5
2	0,1	57,73	329,5	$\pm 0,0175$	0,5
3	0,1	330	329,5	$\pm 0,1002$	0,5

1.3.8 Характеристики входов телесигнализации

Входы ТС представляют собой дискретные входы для подключения двухпозиционных контактных и бесконтактных датчиков положения типа “сухой контакт”, электронный ключ, датчик Холла, электронное реле и др. Дискретные входы гальванически развязаны от аналоговых цепей тока и напряжения, а также цепей питания РАС. Характеристики дискретных входов приведены в таблице ниже.

Таблица 8 – Характеристики входов телесигнализации

Наименование параметра	Значение
Количество дискретных входов, не менее	32 ¹⁾
Номинальное значение напряжения $U_{ном}$	12, 24, 220
Максимальное напряжение на входе, В	350
Напряжение уровень «0», В	$(0,45-0,55)^2 \cdot U_{ном}$ СОПТ
Напряжение уровень «1», В	$(0,6-0,65)^2 \cdot U_{ном}$ СОПТ
Защита дискретных входов от «переполюсовки»	есть
Задержка срабатывания дискретных входов, мс, не более	1
Отсутствие ложного срабатывания устройства (дискретных входов, дискретных выходов) при пропадании или плавном снижении питания устройства	есть
Блокировка срабатывания при подаче сигнала обратной полярности	есть
Примечания:	
1) Количество вводов телесигнализации определяется количеством УСШ и модулей телесигнализации в составе РАС, но не менее 32;	
2) Задается с помощью программы конфигурирования в диапазоне от 1 до 220 В	

1.3.9 Характеристики выходов телеуправления

Выходы телеуправления представляют собой пассивные двоичные выходные сигналы. Дискретные релейные контактные выходы предназначены для подключения цепей управления и дискретного регулирования оборудования объектов. Модули имеют самодиагностику, защиту от сбоев и отказов программного обеспечения и защиту от выдачи ложного управляющего воздействия на исполнительные цепи.

Таблица 9 – Технические характеристики дискретных выходов

Параметр	Значение
Количество дискретных выходов, не менее	3 ¹⁾
Количество контактных групп в одном реле (НЗ, НО)	2 ²⁾
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Длительно допустимый ток, А	1
Коммутационная способность, Вт ³⁾ , не менее	30
Коммутационная износостойкость контактов, не менее, циклов	10 000

Параметр	Значение
Вид передаваемого сигнала	«Сухой контакт»
Примечания: 1) Количество каналов дискретного вывода определяется количеством УСШ и модулей телесигнализации в составе РАС; 2) В зависимости от типа реле; 3) В цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой, с постоянной времени 0,02 с при напряжениях от 24 до 250 В или при токе до 1,0 А, с коммутационной износостойкостью не менее 10000 циклов.	

1.3.10 Характеристики каналов связи

Количество и тип каналов обмена данными контроллеров и коммутаторов обозначаются в кодировке и определяется в зависимости от количества устройств в составе РАС, количества каналов обмена с верхним уровнем.

Таблица 10 – Технические характеристики интерфейса Ethernet

Наименование параметра	Заказное обозначение	Значение
Количество портов		до 40
Тип интерфейса	GSFP	Ethernet 1000 Мбит/с SFP
	GTXSFP	Ethernet 1000 Мбит/с combo-port RJ-45/SFP
	GTx	Ethernet 1000 Мбит/с TX RJ-45
	GFxS	Ethernet 1000 Мбит/с FX LC single-mode
	GFxM	Ethernet 1000 Мбит/с FX LC multi-mode
	Tx	Ethernet 100 Мбит/с TX RJ-45
	FxS	Ethernet 100 Мбит/с FX LC single-mode
	FxM	Ethernet 100 Мбит/с FX LC multi-mode

Таблица 11 – 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	порт LC	15	2
	SFP-модуль	до 40	до 4
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 12 – Технологии Ethernet, поддерживаемые ПТК

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 802.1AB LLDP – Link Layer Discovery Protocol IEEE 802.1D-2004 STP, QoS;

Технологии	Описание
	IEEE 802.1d STP; IEEE 802.1w RSTP; IEEE 802.1s MSTP; IEEE 802.1Q тегирование трафика; IEEE 802.1p приоритетизация кадра; IEEE 802.1X контроль доступа к сети
Промышленные протоколы	Ethernet/IP; ГОСТ Р МЭК 60870-5-104; Modbus/TCP IEC 61850-8-1 (GOOSE, MMS); IEC 61850-9-2;
Управление	IPv4, IPv6 управление; SNMP v1/v2c/v3; SSH; Console – CLI; Web; DHCP (Client/Option 82/Relay Agent/IP-Port Binding)
Протоколы фильтрации	802.1Q; VLAN Unaware; Port-Based VLAN; GVRP
Протоколы резервирования	STP/RSTP; MSTP; PRP; HSR; Static Port Trunk.
Информационная безопасность	Аутентификация – Radius; Authentication Certificate - SSL Certificate/SSH Key 802.1X – Port Based
Протоколы синхронизации времени	SNTP; NTP Server/Client; IEEE 1588v2 (PTP v2); IEC 60870-5-104
Управление потоками	IEEE 802.3x flow control, back pressure flow control
MIB	MIB-II, Ethernet-like MIB, P-BRIDGE MIB, Q-BRIDGE MIB, Bridge MIB, RSTP MIB, RMON MIB Group 1, 2, 3, 9

Таблица 13 – Технические характеристики последовательных интерфейсов

Наименование параметра	Значение
Количество портов УЭИ	до 40
Протоколы передачи данных	ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (master/slave), Modbus RTU/ASCII (slave); ГОСТ Р МЭК 60870-5-103
Режим передачи	асинхронный последовательный двухсторонний полудуплексный
Скорость передачи	2400 – 115 200 бит/с (по заказу до 4 Мбит/с)
Интерфейс RS-485	
Заказное обозначение в названии модуля	R
Интерфейс передачи данных	RS-485 (EIA/TIA-485-A)
Тип разъёма	клеммный вход
Контакты	-D, +D, G

Наименование параметра	Значение
Максимальная длина линии связи, м	1 200
Количество устройств в сегменте сети	до 32 (до 254 с повторителями)
Интерфейс RS-232	
Заказное обозначение в названии модуля	RS232, DB9
Интерфейс передачи данных	RS-232 (EIA-232)
Тип разъёма: - RS232 - DB9	клеммный вход порт DB9 (папа)
Контакты: - RS232 - DB9	Tx, Rx, G TxD, RxD, RTS, CTS, DTR, DSR, DCD, GND, RI
Максимальная длина линии связи, м	15
Количество устройств в сегменте сети	2
Интерфейс RS-422	
Заказное обозначение в названии модуля	RS422
Интерфейс передачи данных	RS-422 (ANSI/TIA/EIA-422-B)
Тип разъёма	клеммный вход
Контакты	-TX, +TX, -RX, +RX
Максимальная длина линии связи, м	1 200
Количество устройств в сегменте сети	1 в режиме master, до 10 в режиме slave

1.3.11 Характеристики синхронизации времени

Для синхронизации времени РАС используется Устройство синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS. Устройство подключается к коммутатору TOPAZ SW в составе РАС с помощью интерфейса Ethernet для синхронизации времени РАС по протоколам RFC 5905 NTPv4 (SNTPv4) IEEE 1588v2 Precision Time Protocol (PTP). Предусмотрена возможность синхронизации времени по выделенной шине (IRIG B, 1 PPS). Абсолютная погрешность синхронизации часов РАС с астрономическим временем зависит от протокола синхронизации согласно таблице 14. Погрешность внутренних часов устройства при пропадании оперативного тока или потери внешней синхронизации, сек/сутки, не более $c/сут \pm 0,02$.

Таблица 14 – Метрологические характеристики приемника точного времени

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемого абсолютного смещения собственной шкалы времени (ШВ) относительно ШВ Российской Федерации UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГЛОНАСС/GPS, нс	± 200
Пределы допускаемого абсолютного смещения собственной ШВ относительно ШВ Российской Федерации UTC(SU) в режиме синхронизации по протоколу NTP, SNTP, мкс	± 100
Пределы допускаемого абсолютного смещения собственной шкалы времени (ШВ) относительно ШВ Российской Федерации UTC(SU) на выходе Ethernet по протоколу PTP, нс	± 250

Таблица 15 – Общие технические характеристики приемника точного времени

Наименование параметра	Значение
Приемник ГЛОНАСС/GPS	
Каналы сопровождения	33

Наименование параметра		Значение
Каналы захвата		99
Тип генератора		ТСХО
Разъём для антенны		SMA
Параметры интерфейса Ethernet		
Поддерживаемые протоколы синхронизации	NTP (Network Time Protocol)	NTP v2 (RFC 1119), NTP v3 (RFC 1305), NTP v4 (RFC 5905), SNTP v3 (RFC 1769), SNTP v4 (RFC--- 2030)
	PTP (Precision Time Protocol)	PTP v2 (IEEE 1588-2008)
Порт 1PPS (витая пара)		
Уровень выходного сигнала		5 В (TTL-совместимый)
Длительность импульса		5 мкс
Полярность импульса		положительная
Сопротивление линии, Ом		50
Порт 1PPS (оптический)		
Оптическое волокно, мк		50/125, 62,5/125
Дальность передачи, не менее, м		2000
Длина волны, нм		820

1.4 Устройство и работа

ПТК TOPAZ PAC является модульным проектно-компонуемым, конфигурируемым, программно-аппаратным комплексом.

TOPAZ RAS построен по принципу Цифровая Подстанция, т.е. логические элементы системы и информационные связи между ними выполнены в соответствии с информационной моделью МЭК 61850.

Основой ПТК является устройство электронное интеллектуальное (УЭИ) TOPAZ iSAS, построенное на базе сервера доступа к данным TOPAZ IEC DAS MX xxx и специализированного программного компонента TOPAZ RAS. Такая конфигурация УЭИ TOPAZ iSAS обеспечивает запись аналоговых и дискретных сигналов, а также обеспечивает автоматический пуск по заданным условиям (внешней команде или выход за уставку расчетного параметра).

Для ввода дискретных сигналов применяются модули телесигнализации TOPAZ DIN16/32C-Pr, которые способны передавать состояния дискретных входов в протоколах GOOSE (МЭК 61850-8-1), МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104.

Для ввода аналоговых сигналов токов и напряжений в состав ПТК входят устройства сопряжения с шиной процесса (УСШ) TOPAZ MU, которые публикуют в сеть Ethernet мгновенные значения токов и напряжений через фиксированные промежутки времени в формате Sampled Values (МЭК 61850-9-2).

Посредством управляемого сетевого коммутатора TOPAZ 5xx потоки Sampled Values, а также телесигналы о состоянии дискретных входов, передаваемые по интерфейсу Ethernet, поступают для дальнейшей обработки в TOPAZ iSAS.

TOPAZ iSAS является электронным интеллектуальным устройством, не имеющим аналоговых цепей измерения тока и напряжения, и может принимать потоки Sampled Values как от устройств в составе PAC (TOPAZ MU), так и от удаленных устройств, таких как цифровые трансформаторы тока.

Согласно стандарта МЭК 61869-9 потоки Sampled Values (мгновенные значения тока и напряжения от цифровых ТТ и ТН или ПАС) передаются в первичных величинах в диапазоне от 0 до 21 475 000 ед. с дискретностью 10мВ (1 мА).

Номинальные значения измеряемых входных сигналов тока и напряжения должны определяться потоком данных SV согласно IEC 61850-9-2, а также дополнительным программируемым масштабным коэффициентом для номинальных значений силы и напряжения электрического тока из диапазона: от 0,01 до 10^6 .

Для присвоения аналоговым и дискретным событиям точных меток астрономического времени и синхронизации устройств MU по протоколу PTPv2 в состав комплекса TOPAZ PAC входит Устройство синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS. При этом TOPAZ Метроном PTS может выступать одновременно и сервером точного времени для СОЕВ АСУ ТП подстанции.

Имеется возможность передачи данных по протоколам FTP/FTPS, SFTP.

Элементы программно-аппаратного комплекса TOPAZ PAC могут находиться как в одном шкафу, так и быть рассредоточены по объекту. К примеру преобразователи аналоговых сигналов TOPAZ MU и модули дискретного ввода могут находиться в ячейках ЗРУ или шкафах и панелях вторичной коммутации подстанции. Также в качестве источников аналоговых сигналов могут выступать цифровые измерительные трансформаторы тока и напряжения поддерживающие сервис Sampled Values (МЭК61850-9-2).

Структурная схема программно-аппаратного комплекса TOPAZ PAC представлена на рисунке 2.

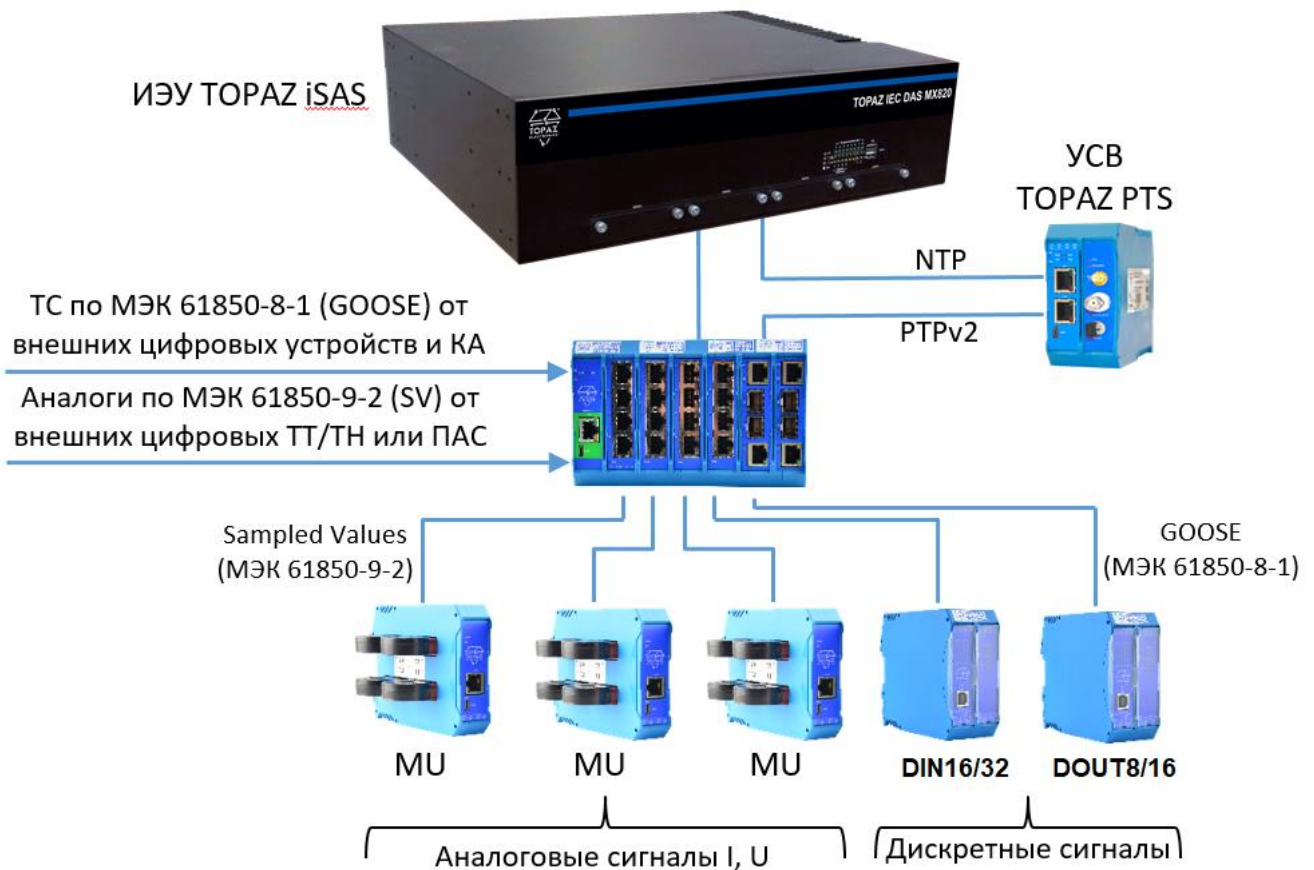


Рисунок 2 – Структурная схема TOPAZ PAC.

1.4.1 Регистрация аварийных событий

Функцию регистратора аварийных событий выполняет УЭИ TOPAZ iSAS в составе PAC.

УЭИ имеет от одного до двух интерфейсов USB по ГОСТ Р МЭК 62680-4, а также от 2 интерфейсов Ethernet (в зависимости от модификации) для подключения переносного персонального компьютера.

Логика работы регистратора аварийных событий реализуется на УЭИ TOPAZ iSAS. В задачи УЭИ TOPAZ iSAS входит:

- запись мгновенных значений токов и напряжений в предаварийном и аварийном режимах
- запись дискретных сигналов в предаварийном и аварийном режимах
- автоматический пуск регистратора по заданным условиям
- хранение файлов осциллограмм
- интеграция с АСУ ТП
- автоматическая передача файлов осциллограмм в АСУ ТП и/или диспетчерские пункты, службы РЗА и т.д.
- автоматическая запись файлов осциллограмм на внешний usb-накопитель
- присвоение меток астрономического времени пусковым событиям и значением аналоговых и дискретных сигналов
- самодиагностика
- аутентификация пользователей и разграничения прав доступа

Внешний вид, массогабаритные характеристики и количество портов устройства зависят от модификации. Описание вариантов модификаций устройства приведены в руководстве по эксплуатации «ПЛСТ.421457.200 РЭ». Примеры внешнего вида УЭИ TOPAZ iSAS представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид А) УЭИ TOPAZ iSAS MX820; Б) УЭИ TOPAZ iSAS MX681

Запуск регистратора осуществляется автоматически (по заданным условиям), либо по внешней команде «Пуск». В автоматическом режиме запуск регистратора может осуществляться по изменению состояния дискретного входа (срабатывание/возврат), либо по факту выхода за предел измеренного или расчетного аналогового параметра.

Для реализации функции автоматического пуска ПО TOPAZ RAS содержит компонент аналогового пуска регистратора в составе программного комплекса «TOPAZ IEC Data Access Server». Данный компонент производит измерения/вычисления ряда электрических параметров:

- действующее значение тока фазы А (измеренное)
- действующее значение тока фазы В (измеренное)
- действующее значение тока фазы С (измеренное)
- действующее значение тока нулевой последовательности (измеренное)
- действующее значение тока нулевой последовательности (расчетное)
- действующее значение тока прямой последовательности (расчетное)
- действующее значение тока обратной последовательности (расчетное)
- действующее значение напряжения фазы А (измеренное)
- действующее значение напряжения фазы В (измеренное)

- действующее значение напряжения фазы С (измеренное)
- действующее значение напряжения нулевой последовательности (измеренное)
- действующее значение напряжения нулевой последовательности (расчетное)
- действующее значение напряжения прямой последовательности (расчетное)
- действующее значение напряжения обратной последовательности (расчетное)
- частота сети (расчетное)
- напряжений постоянного тока.

По каждому из приведенных выше параметров возможно задать «нижний» и «верхний» порог срабатывания, а также гистерезис для возвращения в нормально допустимые пределы.

Также пуск РАС возможен по следующим пусковым условиям:

- 1) По факту достижения расчетными значениями заданных параметров
- 2) По заданному дискретному (внутреннего) сигналу (срабатывание/возврат)
- 3) По заданному дискретному (внешнего) сигналу (срабатывание/возврат)
- 4) При действии на отключение вне зависимости от заданных условий пуска

Подробное описание программного комплекса «TOPAZ IEC Data Access Server» приведено в «Руководстве пользователя TOPAZ IEC DATA ACCESS SERVER». Компонент РАС описан в «Руководстве пользователя TOPAZ IEC DATA ACCESS SERVER Часть 1. Описание программных компонентов».

Файлы осциллограмм (данные РАС) записываются в стандартном формате COMTRADE, установленном действующими нормативными документами ПАО «Россети», в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58601-2019 и СТО 59012820.29.020.006-2015 (Приложение 1, 2) с поддержкой выдачи осциллограмм в АСУ ТП с пользовательскими настройками и разметкой. Наименование сигналов РАС формируется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58601-2019 и СТО 59012820.29.020.006-2015 (Приложение 3).

Представление информации о РАС и об аварийной ситуации (наименование файлов данных) выполнено в соответствии ГОСТ Р 58601-2019 (Приложение А):

- дата и время первого пуска РАС;
- временной код;
- наименование объекта;
- наименование РАС;

Порядок представления и расположения аналоговых и дискретных сигналов в ПО обработки и анализа данных РАС выполнен в соответствии с ГОСТ Р 58601-2019 (Приложение Б).

Наименованию аналоговых и дискретных сигналов в файле данных регистратора аварийных событий по ГОСТ Р 58601-2019 (Приложение В).

Преобразование данных РАС осуществляется в формате COMTRADE и с поддержкой выдачи осциллограмм в АСУ ТП по протоколу IEC 61850-8-1 в соответствии с ГОСТ Р 58601-2019 с созданием:

- файла заголовка (Header File).HDR;
- файла информации (Information).INF;
- файл конфигурации (Configuration File).CFG.

Регистрация дискретных сигналов от сторонних МП терминалов осуществляется:

- GOOSE по протоколу МЭК 61850-8-1;
- с помощью дискретных сигналов.

В РАС реализована поддержка функции оперативного управления устройством РАС из АСУ ТП по МЭК 61850-8-1:

- изменение параметров настройки;

- считывание параметров настройки;
- принудительный пуск устройства.

Инициирование передачи данных осуществляется:

- «по запросу оператора»;
- «по расписанию»;
- «автоматический».

Метод регистрации дискретных сигналов:

- Прием сигналов по медным жилам контрольного кабеля с помощью модулей DIN;
- Подписка на GOOSE сообщения;

Состав входных данных:

- Срабатывание и неисправность от типовых шкафов и все сигналы, не заведенные в типовые шкафы;
- Все GOOSE сообщения, которые есть в сети.

Регистрация сигналов функций в составе МП терминалов (ИЭУ) осуществляется методом буферизируемого отчета (используя сервис Report) от ИЭУ РЗА, выступающего в роли сервера MMS, в PAC, который является клиентом MMS. Сигналы функций заведены во внутренний PAC ИЭУ.

1.4.2 Принцип действия PAC

Модуль PAC состоит из логических узлов (ЛУ) следующих типов:

- RDRE - ЛУ управления осциллографом. Узел осуществляет чтение и буферизацию аналоговых и логических сигналов, сбор сигналов пуска по аналоговым и логическим каналам, запись аварийных осциллограмм. Узел должен присутствовать в единственном экземпляре в модуле PAC.
- RADR – ЛУ аналогового канала осциллографа. Узел осуществляет прием аналогового сигнала (входного или вычисленного), реализует логику пуска по аналоговому каналу. При подключении к ЛУ RADR входного сигнала типа SAV (входные отсчеты аналоговых значений) пусковые органы узла задействованы быть не могут, узел выполняет только прием аналогового сигнала для последующего осциллографирования. При подключении к ЛУ RADR обработанного значения (типа MV, CMV) оно может быть использовано как входное значение пусковых органов канала. При выполнении условий пуска ЛУ формирует пусковые сигналы в ЛУ RDRE, который, в свою очередь, выполняет запись аварийной осциллограммы. В модуле PAC количество ЛУ RADR должно соответствовать количеству осциллографируемых аналоговых сигналов. ЛУ RADR может сформировать сигнал пуска при отличии параметра качества входного сигнала от значения «good» по любыми причинам. Значение сигнала при этом может не измениться. Структурная схема работы ЛУ RADR показана на рисунке 4
- RBDR – ЛУ логического канала осциллографа. Узел осуществляет прием логического сигнала (входного или вычисленного), реализует логику пуска по логическому каналу. При выполнении условий пуска ЛУ формирует пусковые сигналы в ЛУ RDRE, который, в свою очередь, выполняет запись аварийной осциллограммы. В модуле PAC количество ЛУ RBDR должно соответствовать количеству осциллографируемых логических сигналов. Структурная схема работы ЛУ RBDR показана на рисунке 5

ЛУ RDRE имеет следующие уставки:

ВремДоАв – время записи доаварийного режима. РАС имеет кольцевой буфер для хранения входных значений сигналов в моменты времени, предшествующие пуску осциллографа (формированию любого пускового сигнала). Размер буфера обеспечивает хранение значений в течение 1000 мс.

ВремПослАв – время записи послеаварийного режима. Уставка задает время, в течение которого модуль РАС продолжает запись аварийной осциллограммы после сброса всех условий пуска.

РежПовт – режим работы при повторном пуске. Возможны ситуации (процессы), когда условия пуска по аналоговому или логическому каналу пропадают, а затем появляются вновь через небольшой промежуток времени. В случае, когда условия пуска возникают повторно до того момента, как заканчивается запись текущей осциллограммы, модуль РАС может, в зависимости от значения уставки, продлить текущую осциллограмму или завершить запись текущей осциллограммы и по новому условию пуска записать новую.

ВремМаксАв – максимальная длительность аварийного режима записи. В модуле РАС предусмотрено ограничение на длительность записи аварийного режима.

ВремДлПуск - выдержка времени защиты от длительного пуска по одному пусковому условию. В случае, если какое-либо из условий пуска активно в течение длительного времени, ЛУ RDRE перестает на него реагировать до тех пор, пока оно не будет снято, после чего снова станет возможен пуск по этому условию.

ЛУ RADR имеет следующие уставки:

- **АнКанНомер** – номер аналогового канала в осциллограмме. Номера каналам могут присваиваться в произвольном порядке. Номера не должны повторяться в разных ЛУ RADR одного модуля РАС. Номера должны присваиваться без пропусков непрерывным диапазоном значений.
- **АнКанРеж** – режим работы пускового органа аналогового канала. Если ЛУ RADR сконфигурирован на прием измеренного значения, в узле могут быть задействованы пусковые органы. ЛУ RADR содержит два пусковых органа (релейных элемента): максимального и минимального значения. В зависимости от значения уставки может быть введен в работу пусковой орган максимального значения, пусковой орган минимального значения или оба этих пусковых органа по схеме ИЛИ.
- **АнКанВСраб** – значение величины срабатывания пускового органа максимального значения.
- **АнКанНСраб** – значение величины срабатывания пускового органа минимального значения.
- **АнКанКач** – пуск при снижении качества входного сигнала. В зависимости от значения уставки ЛУ может формировать или не формировать сигналы пуска при плохом качестве сигнала.

ЛУ RBDR имеет следующие уставки:

- **ДКанНомер** – номер дискретного канала в осциллограмме. Номера каналам могут присваиваться в произвольном порядке. Номера не должны повторяться в разных ЛУ RBDR одного модуля РАС. Номера должны присваиваться без пропусков непрерывным диапазоном значений.
- **ДКанРеж** – режим пуска по дискретному каналу. В зависимости от значения уставки сигнал пуска может формироваться по переднему фронту входного сигнала, заднему фронту или по обоим фронтам сигнала по схеме ИЛИ.
- **ДКанСем** – семантика входного сигнала. Уставка задает событие, отражаемое входным сигналом. Уставка носит описательный характер и не влияет на логику пуска и работы модуля РАС.

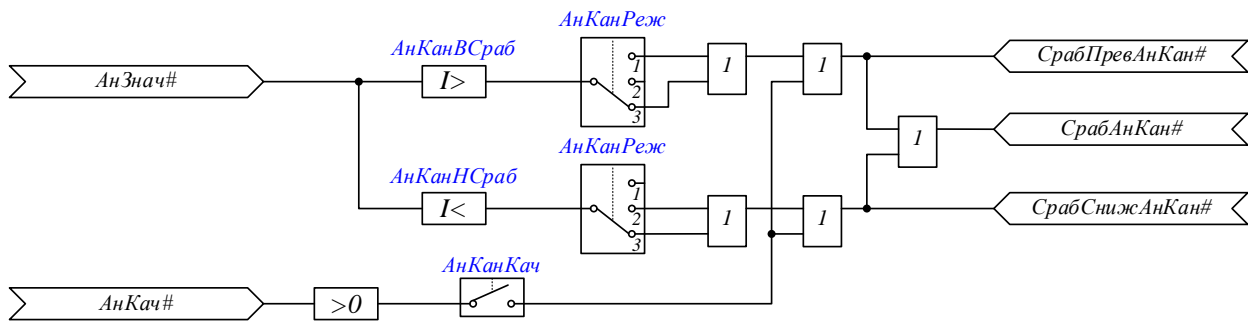


Рисунок 4 – структурная схема работы ЛУ RADR

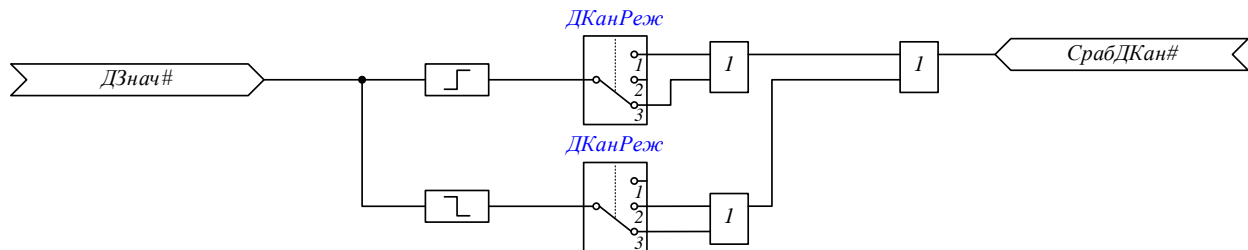


Рисунок 5 – структурная схема работы ЛУ RBDR

1.4.3 Принцип действия модуля аналитики осциллограмм и его составных частей

- Модуль аналитики осциллограмм определяет вид замыкания и вычисляет расстояние до места замыкания вдоль трассы линии.
- Вид замыкания определяется по соотношениям векторов токов симметричных составляющих в следующей последовательности (I-III):

I) вычисляются величины α и β :

$$\alpha = \text{Angle}\left(\frac{I_2}{\Delta I_1}\right)$$

где I_2 – комплексное значение аварийного тока обратной последовательности в точке КЗ;
 ΔI_1 – комплексное значение изменения тока прямой последовательности в точке КЗ.

$$\beta = \text{Angle}\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$$

где I_0 – комплексное значение аварийного тока нулевой последовательности в точке КЗ.

II) Определяется вид повреждения: трехфазное КЗ, междуфазное КЗ, междуфазное КЗ на землю, однофазное КЗ на землю или обрыв фазы.

Условия идентификации трехфазного КЗ:

- 1) $I_0 \leq \text{Знач}I_{0\text{сраб33}}$ в течении 10 мс или $I_0 \leq 0,8 * \text{Знач}I_{0\text{сраб33}}$;
- 2) $I_1 \geq \text{КотсОП} * I_2$

где **Знач $I_{0\text{сраб33}}$** - уставка по току I_0 для определения повреждений на землю;

КотсОП - коэффициент отстройки от небаланса по обратной последовательности.

Одновременное выполнение двух критериев – наличие трехфазного КЗ на линии.

Условия идентификации междуфазного КЗ:

- 1) Отсутствие трехфазного КЗ на линии;
- 2) $I_0 \leq \text{Знач}I_{0\text{сраб33}}$ в течении 10 мс или $I_0 \leq 0,8 * \text{Знач}I_{0\text{сраб33}}$;

3) $I_2 \geq \text{КотсНП} * I_0$;

Одновременное выполнение трех критериев – наличие междуфазного КЗ на ВЛ.

По углу α и диаграмме на рисунке 1 определяется конкретный тип междуфазного КЗ.

Идентификация междуфазного КЗ на землю:

Если вид КЗ, определенный по углу α и по диаграмме на рисунке 1 совпадает с видом КЗ, определенным по углу β и диаграмме на рисунке 3, то идентифицируется междуфазное КЗ на землю (при условии, что отсутствует трехфазное или двухфазное КЗ на ВЛ).

Идентификация однофазного КЗ на землю:

Если не идентифицировались трехфазное КЗ, междуфазное КЗ или междуфазное КЗ на землю, то по углу α и по диаграмме на рисунке 2 определяется вид однофазного КЗ на землю.

Идентификация обрыва фазы осуществляется по анализу аварийных фазных соотношений напряжения и тока. Алгоритм детектирования обрыва фазы можно вводить и выводить из работы уставкой **РежОбрОМП**. Рекомендуется вводить в работу данный алгоритм только на линиях без ответвлений. Также, не рекомендуется применять на трехконцевых линиях с генерирующими источниками по концам.

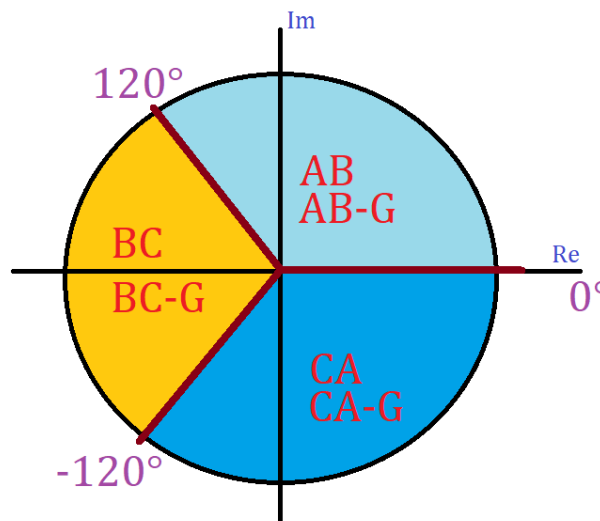


Рисунок 6

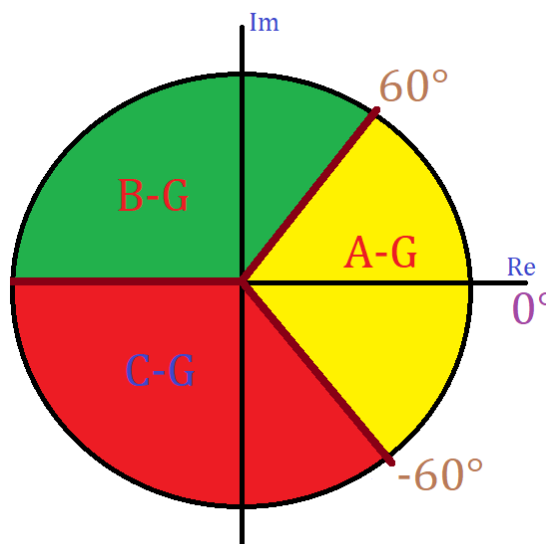


Рисунок 7

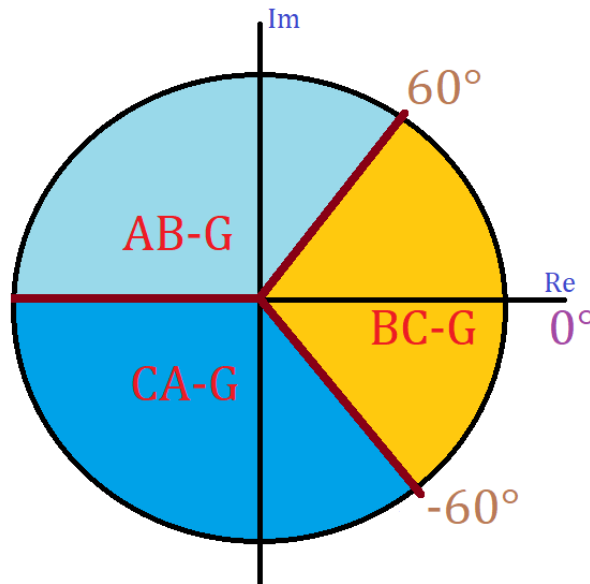


Рисунок 8

III) Определяется вид повреждения, по аварийным параметрам которого, будет вестись расчет расстояния до места повреждения.

A-G = true «И» A-B=false «И» C-A = false → КЗ на землю ф.А

B-G = true «И» A-B=false «И» B-C = false → КЗ на землю ф.В

C-G = true «И» C-A=false «И» B-C = false → КЗ на землю ф.С

A-B = true «И» A-G=false «И» B-G = false «И» B-C = false «И» C-A = false → мф КЗ АВ

B-C = true «И» B-G=false «И» C-G = false «И» A-B = false «И» C-A = false → мф КЗ ВС

C-A = true «И» C-G=false «И» A-G = false «И» A-B = false «И» B-C = false → мф КЗ СА

A-G = true «И» B-G= true «И» A-B = true → мф КЗ АВ

B-G = true «И» C-G= true «И» B-C = true → мф КЗ ВС

C-G = true «И» A-G= true «И» C-A = true → мф КЗ СА

A-B=true «И» C-A=true «ИЛИ» A-B=true «И» B-C=true «ИЛИ» B-C=true «И» C-A=true → мф КЗ АВ

Расстояние до места замыкания определяется в следующей последовательности (I-III):

I) Определение относительного расстояния до места повреждения.

Для определения относительного расстояния p до места повреждения применяются три алгоритма:

1) Точный алгоритм определения расстояния:

$$a \cdot p^2 + b \cdot p + c = 0$$

где $a = 1$

$$b = \frac{Im(K_1) \cdot Re(K_3)}{Im(K_3) - Re(K_1)}$$

$$c = Re(K_2) - \frac{Im(K_2) \cdot Re(K_3)}{Im(K_3)}$$

$$K_1 = \frac{U_A}{I_A \cdot Z_{L1}} + \frac{Z_B}{Z_{L1} + Z_{ADD}} + 1$$

$$K_2 = \frac{U_A}{I_A \cdot Z_{L1}} \cdot \left(\frac{Z_B}{Z_{L1} + Z_{ADD}} + 1 \right)$$

$$K_3 = \frac{I_{FA}}{I_A \cdot Z_{L1}} \cdot \left(\frac{Z_A + Z_B}{Z_{L1} + Z_{ADD}} + 1 \right)$$

Решая квадратное уравнение определяются корни p_1 и p_2 .

U_A , I_A и I_{FA} – определяются по таблице 1.

$Z_{L1} = Z_{1L1} + Z_{2L1} + Z_{3L1} + Z_{4L1} + Z_{5L1}$ – сопротивление прямой последовательности линии, которое высчитывается как сумма сопротивлений прямой последовательности 5ти участков однородности.

Z_A – сопротивление прямой последовательности системы со стороны установки ОМП.

Z_B – сопротивление прямой последовательности системы противоположного конца.

$Z_{ADD} = 0$ – если линия одноцепная.

$Z_{ADD} = Z_A + Z_B$ – если линия многоцепная.

2) Алгоритм нулевой последовательности:

$$p_3 = \frac{\text{Im}(U_A \cdot 3I_0)}{\text{Im}(Z_{L1} \cdot I_A \cdot 3I_0)}$$

В данном случае берется комплексно-сопряженное значение $3I_0$.

3) Простой реактивный метод:

$$p_4 = \frac{\text{Im}\left(\frac{U_A}{I_{FA}}\right)}{\text{Im}(Z_{L1})}$$

4) При наличии обрыва фазы расстояние рассчитывается по ёмкостному току в поврежденной фазе.

II) Выбор корня из рассчитанных p_1 , p_2 , p_3 и p_4

- Если ($p_1 < 0$ «ИЛИ» $p_1 > 1$) «И» ($p_2 > 0$ «И» $p_2 \leq 1$) $\rightarrow p = p_2$

- Если ($p_1 > 0$ «И» $p_1 \leq 1$) «И» ($p_2 < 0$ «ИЛИ» $p_2 > 1$) $\rightarrow p = p_1$

- Если одновременно значения p_1 и p_2 принадлежат интервалу $(0;1]$, то выполняется выбор наиболее точного корня:

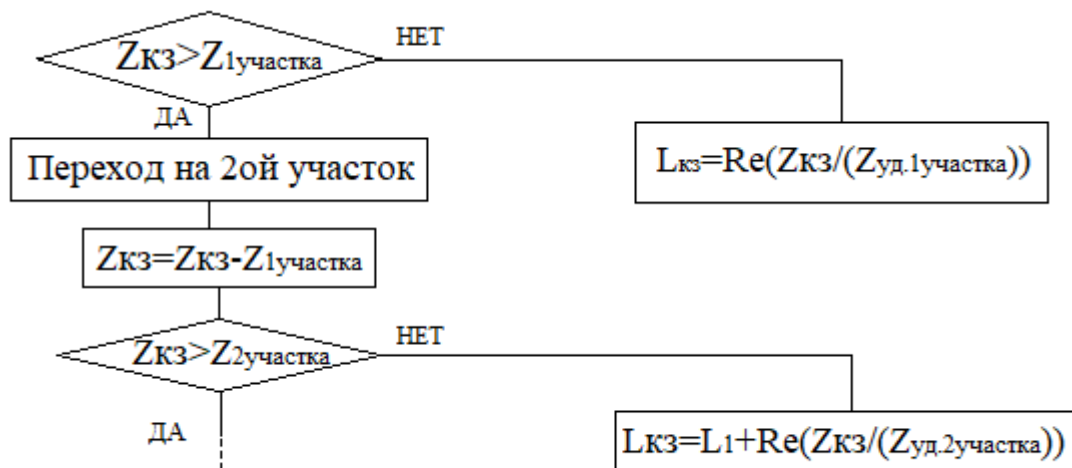
- Если повреждение на землю, то наиболее точным будет тот, значение которого ближе к значению p_3 .

- Если повреждение междуфазное, то наиболее точным будет тот, значение которого ближе к значению p_4 .

- Если p_1 и p_2 не принадлежат интервалу $(0;1]$, то при КЗ на землю $p = p_3$, а при междуфазных КЗ $p = p_4$.

III) Определение расстояния до места повреждения

1) Последовательно проверяется каждый участок однородности на наличие повреждения и высчитывается расстояние до места повреждения



2) Вычисляется сопротивление поврежденного контура

$$Z_{\text{пов.конт.}} = p \cdot Z_{L1}$$

Таблица 16

Вид повреждения	U_A	I_A	I_{FA}
A – G	U_a	$I_a + K_n \cdot 3I_0$	$1,5 \cdot \Delta(I_a - I_0)$
B – G	U_b	$I_b + K_n \cdot 3I_0$	$1,5 \cdot \Delta(I_b - I_0)$
C – G	U_c	$I_c + K_n \cdot 3I_0$	$1,5 \cdot \Delta(I_c - I_0)$
ABC, AB, AB – G	$U_a - U_b$	$I_a - I_b$	$\Delta(I_a - I_b)$
BC, BC – G	$U_b - U_c$	$I_b - I_c$	$\Delta(I_b - I_c)$
CA, CA – G	$U_c - U_a$	$I_c - I_a$	$\Delta(I_c - I_a)$

K_n – коэффициент компенсации, рассчитывается в блоке Z6MMXU. Δ – разность между значениями аварийного и предаварийного режимов.

Модуль аналитики осциллограмм komponуется из следующих логических узлов (ЛУ):

- RFLO – ЛУ определения места повреждения. Узел выполняет сбор необходимых для работы алгоритма ОМП данных, определение расстояния до места замыкания.
- RREC - ЛУ автоматического повторного включения. Узел выполняет (дублирует?) функцию автоматического повторного включения для обеспечения корректной работы функции ОМП в цикле АПВ.
- MMXU – ЛУ цифровой обработки сигналов. Узел выполняет обработку входных аналоговых значений для модуля ОМП и модуля РАС.

ЛУ RFLO имеет следующие уставки:

- **Знач10сраб33** – уставка срабатывания пускового органа по току нулевой последовательности для определения замыканий на землю,
- **КотсОП** - коэффициент отстройки от небаланса по обратной последовательности. Используется для исключения излишних пусков модуля ОМП при неаварийных переходных процессах в сети,
- **КотсНП** - коэффициент отстройки от небаланса по нулевой последовательности. Используется для исключения излишних пусков модуля ОМП при неаварийных переходных процессах в сети,
- **R1систА** - активное сопротивление прямой последовательности системы со стороны установки защиты,
- **X1систА** - реактивное сопротивление прямой последовательности системы со стороны установки защиты,
- **R1систВ** - активное сопротивление прямой последовательности системы противоположного конца,
- **X1систВ** - реактивное сопротивление прямой последовательности системы противоположного конца,
- **ВремЗадержОМП** - время задержки подготовки данных,
- **ЛинZ1уд** - удельные сопротивления прямой последовательности сегментов линии,
- **ЛинДл** - длины сегментов линии,
- **ЛинЕмк** - ёмкости сегментов линии,
- **РежОбрОМП** - детектирование обрыва фазы.

ЛУ RREC имеет следующие уставки:

- **ВремУспАПВ** - выдержка времени успешности АПВ.

ЛУ ММХУ имеет следующие уставки:

- **ЛинRM** - активное сопротивление взаимоиндукции,
- **ЛинXM** - реактивное сопротивление взаимоиндукции,
- **ЛинR0** - активное сопротивление нулевой последовательности,
- **ЛинX0** - реактивное сопротивление нулевой последовательности,
- **ЛинR1** - активное сопротивление прямой последовательности,
- **ЛинX1** - реактивное сопротивление прямой последовательности.

1.5 Описание и работа компонент PAC

1.5.1 Модули телеизмерения

Для регистрации аналоговых сигналов в состав TOPAZ PAC входит устройство сопряжения с шиной процесса (УСШ) TOPAZ MU. В зависимости от модификации каждое устройство может иметь от 4 до 12 аналоговых входов, предназначенных для измерения переменного/постоянного напряжения или переменного тока. Количество и тип портов Ethernet отражены в заказной кодировке устройства. Модификации с двумя и более портами Ethernet поддерживают протокол резервирования сети PRP.

Внешний вид, массогабаритные характеристики и количество портов устройства зависят от модификации. Описание вариантов модификаций устройства приведены в руководстве по эксплуатации «ПЛСТ.424129.013 РЭ». Примеры внешнего вида УСШ TOPAZ MU представлены на рисунке 6.



Рисунок 9 – Внешний вид устройства сопряжения с шиной процесса TOPAZ MU

1.5.2 Модули телесигнализации

Для регистрации дискретных сигналов в составе PAC используются модули телесигнализации TOPAZ TM DIN16/32.

В качестве датчиков ТС используются контактные группы, имеющие два состояния замкнут/разомкнут, выведенные на внешние клеммы шкафов силового оборудования.

Модули PAC, 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.



Рисунок 10 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DIN16C-Pr



Рисунок 11 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DIN32C-Pr

1.5.3 Модули телеуправления

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

Модули могут 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).



Рисунок 12 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DOUT8 MR-Pr



Рисунок 13 – Внешний вид модуля TOPAZ TM DOUT16 MR-Pr

1.5.4 Синхронизация времени

Прикладная функция синхронизации с единым астрономическим временем всех компонентов, входящих в состав РАС средств автоматизации служит для обеспечения правильной хронологической последовательности событий, которые передаются на верхний уровень, или регистрируются на месте

Устройство синхронизации времени предназначено для приема эталонной шкалы времени от глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС/GPS (или получения внешних сигналов PTP) и последующего формирования и выдачи сигналов синхронизации времени (1PPS, PTP, NTP).

В РАС предусмотрено автоматическое восстановление точного времени (синхронизация времени при наличии внешнего сигнала) при восстановлении питания оперативным током РАС после перерыва в его работе любой длительности, а также автоматическое восстановление точного времени (синхронизация времени) после восстановления сигнала внешнего источника синхронизации (системы синхронизация времени или синхронизации от АСУ ТП).

Внешний вид, массогабаритные характеристики и количество портов устройства зависят от модификации. Описание вариантов модификаций коммутатора приведены в руководстве по эксплуатации «ПЛСТ.411146.401 РЭ». Пример внешнего вида коммутатора приведен на рисунке 11.



Рисунок 14 – Внешний вид устройства TOPAZ Метроном PTS

1.5.5 Сетевой коммутатор

Сетевой коммутатор Ethernet предназначен для организации связи между модулями в составе РАС, использующими в качестве интерфейса связи интерфейс Ethernet. В качестве сетевых коммутаторов РАС используются коммутаторы серии TOPAZ SW. Количество и модификация коммутаторов определяется структурой РАС на этапе проектирования.

Внешний вид, массогабаритные характеристики и количество портов коммутатора зависят от модификации. Описание вариантов модификаций коммутатора приведены в руководстве по эксплуатации «ПЛСТ.465277.304 РЭ». Пример внешнего вида коммутатора приведен на рисунке 16.



Рисунок 17 – Внешний вид коммутатора TOPAZ SW

1.6 Программное обеспечение РАС

Встроенное и прикладное ПО РАС разработано в соответствии с требованиями СТО 34.01-4.1-002-2017 «РЕГИСТРАТОРЫ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ Технические требования».

Предусмотрена защита информации от несанкционированного доступа путем предоставления доступа только по предоставлению идентификационных данных (с помощью пароля) и регистрации в журнале событий успешных и неуспешных попыток входа.

1.6.1 Встроенное ПО

Встроенное ПО РАС обеспечивает:

- аутентификацию пользователей;
- разграничение прав и полномочий доступа пользователей;
- конфигурирование и задание параметров уставок;
- непрерывный контроль исправности устройства с формированием визуального и дискретного сигнала при выявлении неисправности;
- считывание/копирование данных аварийных событий на внешнее устройство;
- замещение наиболее устаревших данных РАС новыми записями (при превышении емкости РАС);
- ведение журнала событий в энергонезависимой памяти без возможности редактирования с замещением наиболее устаревших событий «новыми»;
- автоматическое формирование текстового отчета об аварийном событии.

В журнал событий заносятся время возникновения и тип неисправности (потеря синхронизации, отказ основного/резервного канала связи, срабатывание системы самодиагностики), описание событий операций пользователей (подключение пользователя, изменение конфигурации устройства; начало работы РАС), перезагрузка РАС.

В РАС предусмотрена настраиваемая сигнализация (срабатывание выходного реле РАС), в том числе при возникновении неисправностей, влияющих на правильную работу устройства (пропадание напряжения питания, неисправность вторичных источников питания и тд.).

Встроенное ПО РАС обеспечивает:

- Самодиагностику:
 - при включении;
 - при перезапуске;
 - фоновый (постоянно).
- Контроль:
 - программно-аппаратной части;
 - каналов связи;
 - канала синхронизации.

Для работы с РАС используется компонент встроенного ПО «TOPAZ WebArm». Данное ПО представляет собой пользовательский WEB-интерфейс, доступ к которому осуществляется через WEB-браузер компьютера без необходимости установки дополнительного ПО. Подключение к WEB-интерфейсу возможно при подключении ПК к Ethernet порту на лицевой панели УЭИ или коммутатора в составе РАС, или удаленно по сети Ethernet. Подробное описание ПО «TOPAZ WebArm» приведено в «Руководстве пользователя TOPAZ SCADA».

1.6.2 Прикладное (пользовательское) ПО

В качестве прикладного ПО для работы с РАС используется ПО «TOPAZ SCADA», которое позволяет создавать и редактировать алгоритмы, а также отслеживать их работу.

ПО «TOPAZ SCADA» предоставляет возможность:

- просмотра данных РАС без предварительного выполнения операций по конфигурированию этого устройства на компьютере (в том числе в формате COMTRADE);
- выбора аналоговых и дискретных сигналов, отображаемых на осциллограмме;
- изменения порядка расположения сигналов в поле просмотра;
- изменения масштаба отображения сигналов по оси времени и по оси амплитуды;
- изменения полярности сигналов с индикацией изменения полярности;
- автоматической группировки аналоговых или дискретных сигналов по заданным пользователем критериям (например - по присоединениям, только токи нулевой последовательности и т.п.);
- автоматического отображения только изменивших свое состояние дискретных сигналов;
- представления информации о РАС (тип, объект, присоединение, коэффициенты масштабирования аналоговых сигналов и др.) и об аварийной ситуации (дата и время события);
- сохранения осциллограммы с пользовательскими настройками и разметкой (в том числе в формате COMTRADE);
- просмотра аналоговых сигналов в первичных и вторичных величинах, в мгновенных, действующих значениях;
- формирования линейных (фазных) напряжений из заданных пользователем соответствующих фазных (линейных) напряжений с представлением их в виде расчетных аналоговых сигналов;
- выполнения математических операций (например, сложение / вычитание, умножение, в том числе с применением комплексных коэффициентов) над измеренными и расчетными аналоговыми сигналами (с возможностью их индивидуального масштабирования и выполнения математических операций над ними, например, для формирования «фиктивного» сигнала вместо отсутствующего измерения одного из присоединений) с представлением их в виде расчетных аналоговых сигналов;
- «наложения» выбранных пользователем аналоговых или дискретных сигналов (с представлением их в виде отдельного канала в осциллограмме и возможностью редактирования свойств их отображения, например, выделением каждого из сигналов различными цветами);
- вычисления и отображения на осциллограмме симметричных составляющих аналоговых сигналов (прямая, обратная и нулевая последовательности);
- построения векторных диаграмм токов и напряжений (фазных, линейных, составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей);
- спектрального анализа (преобразования Фурье);
- автоматического построения годографов сопротивлений (из фазных или линейных токов и напряжений, а также из расчетных аналоговых сигналов - по заданию пользователя);
- расчета частоты в выбранном канале (в том числе в расчетном) с возможностью отображения ее на осциллограмме;
- расчета активной, реактивной, полной мощностей;
- отображения на осциллограмме в указанных пользователем сигналах меток времени, интервалов времени, замеров значений векторов аналоговых сигналов (всех или в выбранных пользователем, включая расчетные аналоговые сигналы);
- просмотра осциллограммы аварийных событий в полноэкранном режиме;

- предварительного просмотра и печати осциллограмм и журнала(-ов) аварийных событий;
- автоматического формирования текстового отчета об аварийном событии.
- автоматической сборки в одну осциллограмму аварийных событий последовательности осциллограмм одного аварийного события, записанных одним автономным РАС
- совмещения пользователем данных РАС по разным аварийным событиям, записанных одним автономным РАС (или другим автономным РАС того же производителя), с сохранением всех функций по обработке данных РАС.
- сохранения совмещенной осциллограммы аварийных событий (с пользовательскими настройками и разметкой) и ее дальнейшей обработки после считывания (в том числе другим пользователем на другом ПК).
- приведения осциллограмм аварийных событий с одного или разных автономных РАС к единой частоте дискретизации с возможностью изменения длительности полученной совмещенной осциллограммы аварийных событий по задаваемым пользователем границам. Единая частота дискретизации должна определяться минимальной частотой дискретизации от всех регистраторов, выводимых для просмотра.
- сохранения совмещенной осциллограммы аварийных событий (с пользовательскими настройками и разметкой) и ее дальнейшей обработки после считывания (в том числе другим пользователем на другом ПК).
- приведения осциллограмм аварийных событий с одного или разных автономных РАС к единой частоте дискретизации с возможностью изменения длительности полученной совмещенной осциллограммы аварийных событий по задаваемым пользователем границам. Единая частота дискретизации должна определяться минимальной частотой дискретизации от всех регистраторов, выводимых для просмотра.
- предоставления пользователю информации об автономном РАС:
 - o территориальная энергосистема;
 - o субъект электроэнергетики;
 - o объект электроэнергетики;
 - o наименование;
 - o производитель;
 - o модель;
 - o серийный номер;
 - o версия аппаратного обеспечения;
 - o версия ПО (внутренней прошивки);
 - o количество аналоговых сигналов;
 - o количество дискретных сигналов;
 - o длительность доаварийного режима записи;
 - o длительность послеаварийного режима записи и др.
- предоставления пользователю информации об аварийном событии - дата и время пуска;
 - o информация о пуске;
 - o длительность аварийного режима записи;
 - o длительность осциллограммы аварийных событий.

Содержание текстового отчет об аварийном событии:

- данные о пуске РАС (дата, время, условия пуска);

- параметры электроэнергетического режима для следующих этапов: возникновение КЗ, переход из одного вида КЗ в другой, неуспешное ОАПВ, неуспешное ТАПВ с указанием времени (действующие значения фазных токов, напряжений и их симметричных составляющих в полярных координатах);
- перечень дискретных сигналов (изменявших свое состояние за время аварийного режима записи с указанием времени).

Подробное описание ПО «TOPAZ SCADA» приведено в «Руководстве пользователя TOPAZ SCADA».

1.7 Комплектность

Комплект поставки на ПТК:

- Устройство РАС в заказанном исполнении;
- Комплект эксплуатационной документации в составе:
 - руководство по эксплуатации;
 - паспорт-протокол;
 - руководство соответствующей версии программного обеспечения
- Программное обеспечение на CD, версия ПО согласно эксплуатационной документации на РАС

2 УПАКОВКА

РАС состоит из отдельных сборочных единиц, имеющих самостоятельное функциональное назначение и законченное конструктивное оформление. Предусматривается упаковка каждой сборочной единицы в отдельности. Заводская упаковка каждой сборочной единицы представляет собой защитную оболочку из полиэтиленовой пленки и гофрокартона, предохраняющего поверхность изделия от царапин. Для защиты от механических воздействий изделие дополнительно упаковывается в каркасные либо каркасно-щитовые обрешетки в соответствии с ГОСТ 12082-82

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.

3.1 Эксплуатационные ограничения

РАС запрещается использовать во взрывоопасных помещениях всех классов. В случаях, когда такое применение вызвано технической необходимостью, шкаф РАС должен устанавливаться в отдельном помещении. Последнее должно быть изолировано от помещений с взрывоопасной средой несгораемой газонепроницаемой стенкой. Все электрические цепи РАС, которые выходят во взрывоопасные помещения, должны быть смонтированы в соответствии с требованиями СНИП к монтажу электрических цепей во взрывоопасных помещениях.

3.2 Подготовка изделия к использованию

3.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия.

Монтажные и пусконаладочные работы, работы по эксплуатации и техническому обслуживанию должны выполняться электротехническим персоналом, прошедшим аттестацию в установленном порядке.

Перед началом выполнения всех видов работ, персонал должен ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации и конструкторской документацией на изделие и его составные части. Перед подключением внешних цепей контроля и измерения, интерфейсных кабелей и кабелей питания, оборудование должно быть заземлено.

3.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия.

При внешнем осмотре оборудования обращается внимание на следующее:

- 1) Отсутствие царапин, сколов, трещин;
- 1) Целость и качество крепления заземляющих проводников (проверить сварные швы, выполнить протяжку болтовых соединений);
- 2) Комплектность оборудования;
- 3) Отсутствие копоти, следов нагрева проводов, клеммных колодок

При осмотре УСШ и модулей телемеханики, преобразователей, блоков питания, установленных в ШК, проверяется следующее:

- 1) Надежность крепления прибора на монтажной панели, дин-рейке; или направляющих;
- 2) Наличие и правильность маркировки модуля.
- 3) Надежность крепления разъемов и проводников;

Проверяется наличие и комплектность на объекте рабочей документации:

- 1) Схемы шкафов;
- 2) Схемы подключения цепей контроля и управления;

При проверке состояния проводного монтажа проверяется следующее:

- 1) Отсутствие повреждений изоляции,
- 2) наличие крышек на коробах и кабельных каналах;
- 3) состояние монтажных жгутов в местах перехода на подвижные части оборудования,
- 4) Проводной монтаж должен быть увязан в жгуты и закреплен, либо уложен в короба.
- 5) Проверяется соответствие маркировки рабочей документации.
- 6) Проверяется надежность болтовых соединений проводников и соединений под винт путем дополнительного подтягивания соединений ключами или отверткой.
- 7) Проверяется надежность установки разъемных клеммных колодок в гнездах разъемов.

3.2.3 Указания по установке и монтажу

РАС устанавливается по месту использования в соответствии с проектной документацией, соблюдая следующие требования:

- 1) крепления навесных шкафов производить в соответствии схемой крепления, приведенной в паспорте на оборудование;
- 2) расположение РАС должно обеспечить свободный доступ и открывание дверцы шкафа при эксплуатации.

Порядок подключения РАС:

- 1) Подключить защитное заземление в соответствии с маркировкой;
- 2) Подключение к внешнему контуру защитного заземления производится медным проводом сечением не менее 4 мм².
- 3) Подключить сеть питания в соответствии со схемой электрических соединений РАС.

3.2.4 Указания по включению и опробованию работы изделия

При первом (пробном) включении РАС необходимо соблюдать следующий порядок:

- 1) Подать питание на РАС путем перевода автоматического выключателя в положение «Включено» (ON).

- 2) Убедиться, что состояние всех контрольных индикаторов модулей РАС соответствует нормальному состоянию.
- 3) Проверить возможность настройки контроллеров путем подключения средств диагностики и конфигурирования.
- 4) Произвести настройку (адаптацию) РАС к характеристикам подстанции в соответствии с проектной документацией.

3.3 Эксплуатация изделия

В процессе эксплуатации ПТК не требует вмешательства в работу со стороны обслуживающего персонала за исключением случаев возникновения неисправностей. К РАС должен быть обеспечен свободный доступ на случай оперативного отключения и обслуживания. Дверцы шкафа РАС должны быть закрыты, в противном случае ухудшаются эксплуатационные характеристики. В процессе эксплуатации РАС постоянный контроль работоспособности проводится автоматически. При возникновении неисправности на уровне контроллера, модулей связи и телемеханики на верхнем уровне формируется сигнал недостоверности информации.

Оборудование TOPAZ, входящее в состав РАС, имеет индикаторы на лицевой панели, отражающие исправность (индикатор RDY), наличие электропитания (индикатор PWR).

3.3.1 Перечень возможных неисправностей

При обнаружении неисправности в процессе использования изделия, поиск и устранение причин выполнять в соответствии с рекомендациями раздела «Поиск отказов, повреждений и их последствий». Основные системные неисправности представлены в таблице 17.

Таблица 18 – Основные системные неисправности РАС.

Неисправность	Возможные причины	Рекомендации
Устройство (ШК) не включается	Напряжение питания отсутствует или не соответствует рабочим параметрам	Проверить напряжение питания на вводе ШК
Отсутствует обмен данными с вышестоящим уровнем	Нет готовности вышестоящего уровня.	Проверить готовность вышестоящего уровня
	Повреждение Тракта передачи данных	Проверить тракт передачи данных, Включая ВОЛС, оптические соединители и разъемы, активное и пассивное сетевое оборудование.
	Сбой системы синхронизации времени	Проверить систему синхронизации времени.
Отсутствует обмен данными со всеми устройствами из состава ШК и внешними устройствами	Сбои программного обеспечения или настроек сервера доступа к данным (контроллера) ШК и /или вышестоящего уровня.	Проверка функционирования ПО серверов доступа к данным ШК и вышестоящего уровня.
	Сбой программного обеспечения контроллеров, связанный с нарушением механизма резервирования и репликации данных	Проверить режимы работы контроллеров (один должен быть основной, другой резервный), Проверить состояние параллельной связи между

		контроллерами.
	Сбой системы синхронизации времени	Проверить систему синхронизации времени.
Отсутствует обмен данными по одной шине промышленного интерфейса Ethernet или RS-485	Нарушение подключения шины к контроллерам (в общей точке), обрыв или короткое замыкание на шине.	Проверить состояние интерфейса, проводного монтажа и точек подключения. Устранить неисправность
Отсутствует обмен данными с устройством на шине RS-485 (RS-232, RS-422)	Нарушение подключения модуля к шине. Выход из строя данного модуля.	Проверить подключение устройства к шине. Проверить работоспособность устройства. При необходимости произвести замену.

3.3.2 Порядок действия обслуживающего персонала

Обслуживающий персонал обеспечивает запуск РАС путем включения всех его составных частей. Включение осуществляется путем включения автоматических выключателей электропитания составных частей РАС (при наличии напряжения на вводных клеммах). Порядок и очередность запуска составных частей РАС значения не имеет.

Дальнейшее функционирование протекает в автоматическом режиме.

Обслуживающий персонал должен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту в соответствии с настоящим руководством.

3.3.3 Перечень режимов работы РАС

РАС имеет один режим работы. РАС предназначен для сбора телемеханической информации и передачи ее на пункт управления, оснащенный программным обеспечением совместимым по стандартам ГОСТ Р МЭК 870-5-101, ГОСТ Р МЭК 870-5-104, Гост Р МЭК 61850, а также для приема и исполнения команд телеуправления от ПУ.

3.3.4 Порядок приведения РАС в исходное положение

Поскольку РАС конфигурируется для каждого использования индивидуально и параметры конфигурации сохраняются в энергонезависимой памяти, при включении питания РАС переводится в состояние, которое было на момент выключения.

3.3.5 Порядок выключения РАС

Оборудование РАС выводится из работы путем отключения электропитания. При целенаправленном отключении электропитания с целью вывода оборудования из работы, предварительно необходимо изъять все предохранители в цепях аккумуляторных батарей с целью предупреждения разряда аккумуляторов.

3.3.6 Меры безопасности при использовании изделия по назначению

При соблюдении требований ко всем видам работ, указанных в настоящем руководстве по эксплуатации, особых мер безопасности при использовании изделия не требуются. Предупреждения представлены в виде таблицы.

Таблица 8.

		<p>ВНИМАНИЕ НАПРЯЖЕНИЕ! Наличие напряжения 220В на вводных клеммах, автомате питания и клеммах блоков питания.</p>
		<p>ВНИМАНИЕ НАПРЯЖЕНИЕ! Даже после отключения всех устройств телемеханики, на входах контрольных приборов остается контролируемое напряжение 220В.</p>
		<p>ВНИМАНИЕ! ТОКОВЫЕ ЦЕПИ! Запрещается разрывать вторичные цепи трансформаторов и датчиков тока телемеханики.</p> <p>В случае необходимости демонтажа устройств телеизмерения, следует воспользоваться короткозамыкателями в измерительных цепях трансформаторов тока.</p>
		<p>Во избежание повреждения оборудования телемеханики при проведении высоковольтных испытаний в РУ-0,4кВ необходимо отсоединить датчики контроля напряжения от испытываемого оборудования. Допускается также отсоединить контрольные провода от устройства телемеханики, в этом случае, отсоединение датчиков от электрооборудования не обязательно.</p>
		<p>ВНИМАНИЕ, ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ! При работе сетевых коммутаторов и оптических конвертеров, происходит генерация когерентного излучения, которое может повредить сетчатку глаза. Во избежание травмы не отсоединяйте оптические патч-корды на работающих устройствах. Недействующие оптические порты на устройствах должны быть закрыты непрозрачным колпаком.</p>

3.3.7 Действия в экстремальных условиях

При возникновении пожара, затопления, других экстремальных условий, РАС необходимо обесточить.

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 Техническое обслуживание изделия

4.1.1 Общие указания.

К работам по текущему обслуживанию ПТК относятся следующие виды работ:

- 1) Периодический осмотр и чистка технических средств;
- 2) Работы по периодическому обслуживанию серверов системы;
- 3) Создание резервных копий данных;
- 4) Проверка каналов связи;

- 5) Работы по проверке систем электропитания, аккумуляторных батарей и проверке времени автономной работы устройств при отключении внешнего электроснабжения;
- 6) Проверка и профилактика баз данных.

4.1.2 Меры безопасности.

При выполнении всех видов работ по техническому обслуживанию должны быть выполнены мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работ в соответствии с Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Для электропитания оборудования шкафа, а также для электропитания схем контроля и управления используется напряжение 220 В.

Устройство выполняет измерение электрических величин в точках контроля с напряжением 57/100 В и 230/400 В. В связи с чем, на вводных клеммах устройств, в цепях внутренних соединений и на клеммах измерительных модулей может оставаться опасное напряжение даже при отключении электропитания устройства ШК.

4.1.3 Порядок технического обслуживания изделия.

Техническое обслуживание выполняется оперативным персоналом. В составе ПТК отсутствует оборудование, которое в процессе эксплуатации должен проверять или поставлять только изготовитель или его представитель.

Период выполнения: ежегодно.

Таблица 19 – Мероприятия, входящие в состав ТО

Зона	Операция	Норма времени чел/ч	Примечание
Чистка и смазка	Чистка шкафов ПТК:	1	Без вывода оборудования из работы. Норма времени указана для обслуживания одного шкафа.
	1. Серверных.		
	2. Сетевых.		
	3. Присоединений.		
	осмотр внутреннего пространства и оборудования шкафа на предмет наличия повреждений;	0,1	
	чистка при помощи пылесоса на выдув;		
	в случае невозможности удаления грязи при помощи пылесоса, чистка техническим лоскутом;		
	Проверка поверхностей контактов клеммных соединений.	0,1	

Зона	Операция	Норма времени чел/ч	Примечание
	Чистка серверов:	2	Производится на поочередно отключенных серверах основном и резервном. Норма времени указана для обслуживания одного сервера.
	Отключение оборудования сервера;		
	Чистка внутреннего пространства и комплектующих при помощи пылесоса. В случае невозможности удаления грязи при помощи пылесоса чистка техническим лоскутом;		
	Включение оборудования сервера;		
	Чистка АРМ:	1	Норма времени указана для обслуживания одного АРМ.
	Отключение АРМ;		
	Чистка внутреннего пространства и комплектующих при помощи пылесоса. В случае невозможности удаления грязи при помощи пылесоса чистка техническим лоскутом;		
Включение АРМ ;			
Шкафы	Проверка состояния шкафов:	0,8	Без вывода оборудования из работы.
	1. серверных;		
	2. сетевых;		
	3. присоединения.		
	внешний осмотр шкафа (проверка состояния лицевой панели и крепежей);		
	осмотр контактов и покрытия оптоволоконка;		
	проверка следов присутствия грызунов, проверка изоляции);		
		0,5	Без вывода оборудования из работы. Норма времени приведена для проверки одного типа шкафа.
	Проверка работоспособности компонентов визуальным осмотром индикации шкафов:		
	1. серверного;		
	2. сетевого;		
	3. присоединения.		
Проверка сигнализации отображающей:			
состояние питания;			
обмен на всех сетевых устройствах.			

Зона	Операция	Норма времени чел/ч	Примечание
	неисправность.		
	Проверка временной синхронизации серверов	0,1	Норма времени приведена для проверки одного сервера.
Система хранения данных	Контроль заполнения дискового пространства системы хранения данных. Контроль размера базы данных на предмет достижения предельного размера. Очистка дисков, перенос архивных данных на внешние носители, при необходимости.	1	Без вывода оборудования из работы Норма времени приведена для проверки на 1 сервер.
	Проверка работы ПО Резервного копирования базы данных сервера	2	Норма времени приведена на 1 сервер. Без вывода оборудования из работы.
Проверка цепей и соединений	Проверка целостности электрических цепей шкафов ПТК «ТОРАZ»	2	Проводится визуально
	Проверка заземления.	0,1	Проверка проводится внешним осмотром. Норма времени указана для одного шкафа.
	Визуальная проверка состояния монтажа на клеммах шкафов ПТК.	0,4	Выполняется без отключения питания. Норма времени указана для обслуживания одного шкафа
Проверка АРМ и серверов	Обновление версии ПО (при необходимости).	2	Без вывода АРМ и серверов из работы.
	Проверка работоспособности CD-ROM (Запись данных)	0,1	Без вывода АРМ и серверов из работы
Комплексная проверка	Проверка работы системы:	72	Производится по требованию Заказчика
	Прогон ПТК «ТОРАZ» 72 часа.		
	Мониторинг работы ПТК «ТОРАZ»		
	Регистрация системных событий.		
	Анализ системных сообщений.		
	Анализ объемов информации ПТК, проверка правильности		

Зона	Операция	Норма времени чел/ч	Примечание
	обработки информации.		
Внимание!	В случае обнаружения наличия сбоев в работе и неисправностей в текущий период эксплуатации, обнаружении ошибок ПО и иных отклонений от нормального состояния оборудования ПТК «ТОРАZ», не требующих немедленной остановки для их устранения, информация должна быть зафиксирована в «Журнале дефектов и неполадок ПТК «ТОРАZ»».		

4.1.4 Проверка работоспособности ПТК

Проверка работоспособности ПТК на предприятии-изготовителе производится по методике, приведенной в технических условиях - «Программно-технические комплексы телемеханики, автоматики, АСУ ТП диспетчеризации и телекоммуникаций» (Технические условия, ТУ 4252-001-89466010-2009).

Проверка работоспособности ПТК на объекте внедрения при приемке ПТК в эксплуатацию производится по методике, приведенной в проектной документации на объект телемеханизации.

4.1.5 Консервация

Консервация РАС должна производиться по варианту защиты ВЗ-10 ГОСТ 9.104-78. Консервация заключается в изоляции РАС от окружающей среды с помощью полиэтиленового чехла, внутрь которого закладывается влагопоглотитель (силикагель), а сам чехол запаивается.

Производить переконсервацию необходимо при хранении РАС более 1 года или при обнаружении повреждений полиэтиленового чехла, путем частичного вскрытия полиэтиленового чехла и заменой силикагеля с последующим запаиванием чехла.

Производить расконсервацию, переконсервацию и упаковывание следует в закрытых вентилируемых помещениях при температуре воздуха не ниже 15°C и относительной влажности окружающего воздуха не более 70%.

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Устранение неисправностей в РАС в местах эксплуатации целесообразно выполнять заменой неисправных блоков на исправные.

Текущий ремонт, вышедших из строя модулей и блоков РАС, в период действия гарантийных обязательств и в послегарантийный период осуществляет предприятие изготовитель - ООО «ПиЭлСи Технолоджи».

При выходе из строя комплектующих из состава РАС, выпускаемых другими предприятиями, допускается их замена только на однотипные.

6 ХРАНЕНИЕ

Климатические условия хранения РАС соответствуют категории 2 по ГОСТ 15150-69. Температура хранения от минус 50 °С до плюс 40°C.

Устройства 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 и другие примеси, а также



токопроводящая пыль. Срок хранения РАС в упаковке предприятия-изготовителя в климатических условиях в соответствии с категорией 2 по ГОСТ 15150-69 – не более 1 года.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Климатические условия транспортирования РАС соответствуют категории 5 по ГОСТ 15150-69. Транспортирование модулей РАС необходимо проводить при температуре от минус 60 °С до плюс 50°С. Условия транспортирования С по ГОСТ 23216-78.

Транспортирование устройств 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 упакованных устройств должно обеспечивать его устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

Укладывать упакованные устройства 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 устройства.

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

В соответствии с ГОСТ 9.104-78, сроки транспортировки входят в срок хранения РАС, указанный в данном РЭ.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

По окончании срока службы РАС подлежит утилизации. Радиоэлементы, содержащие драгоценные металлы (указываются в паспорте) выпаиваются из плат и сдаются на специализированное предприятие для их извлечения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ШКАФОВ TOPAZ PAC

Исполнение шкафов TOPAZ PAC согласуется с заказчиком на этапе проектирования. Габаритные размеры сборочных шкафов должны определяться перечнем и количеством, устанавливаемого оборудования. Основные технические характеристики типового шкафа TOPAZ PAC приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Технические характеристики типового шкафа TOPAZ PAC

Наименование параметра	Значение
Общие характеристики	
Габариты шкафа:	
- высота, мм	2200
- ширина, мм	800
- глубина, мм	600 или 800
Формирование шкафов	Шкафы отделяются друг от друга металлическими листами, крайние шкафы имеют стандартные боковые стенки.
Крепление аппаратуры	С помощью монтажных панелей
Удобство обслуживания	
На передней части шкафа расположены	общешкафная лампа сигнализации неисправности и срабатывания устройств, находящихся в шкафу; место для оперативного обозначения шкафа.
Обслуживание шкафа	Двухстороннее.
Расположение и вид дверей шкафа для возможности визуального контроля за состоянием оборудования	металлические двери, запираются на стандартные замки; фиксаторы для передних дверей с углом раскрытия не менее 110° ; смотровое окно на двери; обзорная дверь.
Способ крепления шкафа к полу	С помощью болтовых соединений, сварка запрещена.
Наличие мест для надписей, указывающих назначение шкафа, в соответствии с диспетчерскими наименованиями	На лицевой и оборотной сторонах шкафа.
Материал корпуса	Листовая оцинкованная сталь.
Меры для снижения электромагнитных воздействий в шкафах PAC	Применение вводных резиновых прокладок, кабельных вводов с уплотнителем, экранирующей шины, плоских полосовых заземлителей, клемм заземления.
Компоновка шкафа	
Размещение аппаратуры в шкафу	По монтажным единицам.
Обозначение номера МЕ	Арабскими двухзначными цифрами.
Расположение МЕ	Слева направо по возрастанию номеров по виду со стороны фасада.
Обозначение номера общешкафной лампы сигнализации	0
Нумерация клемм ряда	Начинается с клеммы 1 и имеет нумерацию в пределах одной

Наименование параметра	Значение
зажимов	МЕ.
Обозначение аппарата	Позиционное буквенно-цифровое.
Нумерация аппаратов	Слева направо и сверху вниз со стороны монтажа сквозными шкафными номерами, независимо от принадлежности к монтажным единицам, арабскими цифрами от 1 до 999, а также номером МЕ, к которой относится аппарат.
Обозначения аппарата на фасаде двери	Установка таблички с позиционным обозначением аппарата и оперативной надписью в рамке-кармашке.
Расположение рамки-кармашка	Со стороны фасада под зоной аппарата по центру вертикальной оси.
Размещение аппаратов в шкафу	Соблюдение рядности.
Размер зоны расположения аппарата	дополнительно к габариту аппарата по 30 мм со сторон присоединения проводов и по 10 мм с других сторон.
Высота установки приборов и аппаратов от уровня пола, мм	
- аппараты ручного оперативного управления (переключатели, кнопки)	700 - 1700
- измерительные приборы (шкала)	1000 - 1800
Требования к монтажу внутри шкафа	
Прокладка проводов и жил кабелей	В кабель-каналах и(или) жгутах.
Крепление проводников (жгутов) к металлическим элементам конструкции шкафа	Только с применением дополнительной изоляции.
Размер свободной зоны в нижней части шкафа для подвода кабелей	Не менее 250 мм от уровня пола.
Меры предотвращения попадания пыли и влаги внутрь шкафа при проходе кабелей	Уплотняющие устройства.
Расположение рядов зажимов	На боковых панелях шкафа.
Обслуживание рядов зажимов	Сзади.
Формирование рядов зажимов / расчетный ток, А	С помощью наборных зажимов / 16-40.
Снятие и замена зажима	Без разбора ряда.
Количество проводников, присоединяемых к одному зажиму с каждой стороны, не более	2 (одного сечения).
Типы зажимов	Пружинные или винтовые.
Применение маркировочной колодки и нанесение надписи на ней	Наносятся номера МЕ и ее буквенный код, наименование МЕ или функциональное назначение цепей; в начале и конце клеммного ряда монтируются концевые фиксаторы.

Наименование параметра	Значение
	Текст надписи выполняется не более чем в две строки. Количество знаков в каждой строке не более двенадцати. Каждая надпись занимает одну целую колодку.
Границы полезной высоты ряда зажимов от уровня пола, мм	300 - 2100.
Выполнение нумерации зажимов в пределах одного шкафа (за исключением шкафов с одинаковыми МЕ)	Сквозная, начиная с единицы, считая сверху вниз. Отсчет клемм начинается с левой боковины. Допускается разбивать ряд зажимов одного устройства или МЕ на функциональные группы.
Разводка цепей в шкафу	цепи с одинаковыми марками соединяются между собой в шкафу и выводятся на ряд зажимов, если это требуется, от аппарата ближайшего к ряду зажимов; в шкафах защит, где расположено несколько отдельных защит, питание которых осуществляется от общего «+» и «-», подсоединение каждой защиты к «+» и «-» следует осуществлять через ряд зажимов; при разводке оперативных цепей необходимо располагать их в ряду зажимов для удобства эксплуатации по возрастанию цифровых марок относительно полюсов цепей оперативного тока; при использовании в шкафах защитных фильтров по цепям питания, входные цепи оперативного тока подключаются сразу к входным зажимам фильтра. Цепи питания с выходных зажимов фильтра проводится непосредственно к входам питания устройств, установленных в шкафах.
Предотвращение ложных операций при случайном переключении клемм	Разделение цепей разного функционального назначения свободными клеммами или стопорами на границе клеммного ряда, или разделителями функциональных групп.
Порядок следования цепей в рядах зажимов	токовые цепи (фазы А, В, С, N) в пределах каждой группы трансформаторов тока; цепи напряжения (фазы А, В, С, N, H, U, K, F) в пределах каждого трансформатора напряжения; цепи оперативного тока: «+», плюсовые промежуточные цепи, цепь включения, цепь отключения, минусовые промежуточные цепи «-»; цепи сигнализации: «+», вспомогательные шинки, промежуточные цепи сигнализации, «-»; цепи телемеханики; выходные контакты и транзитные цепи (транзит токовых цепей выполняется через соединительные зажимы).
Шумо- и виброзащита конструкции электротехнических изделий	Средства шумо- и виброзащиты, обеспечивающие уровни шума и вибрации на рабочих местах в соответствии с утвержденными санитарными нормами.
Измерительные входы напряжений и токов	Гальванически изолированы: входы напряжений от входов токов; от частей изделия, доступных для пользователя.



Наименование параметра	Значение
Ручное управление РАС	Кнопка «Пуск».
Индикация питания	Световая индикация включения электропитания.
Защитное заземление или изоляция	Клемма защитного заземления.

