

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор ЗАО «МСТ»

\_\_\_\_\_ С.А. Кулагин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

Комплекс телемеханики

«ТОРНАДО-ТМ»

Технические условия

ТУ 4232-002-50756329-08

Срок действия:  
без ограничения срока действия

Новосибирск

2008 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	10
1.1 Общие требования .....	10
1.2 Функции «ТОРНАДО-ТМ» .....	10
1.2.1 Функции «ТОРНАДО-ЦППС» .....	10
1.2.2 Функции «ТОРНАДО-КП» .....	11
1.3 Основные параметры и характеристики.....	12
1.3.1 Структура «ТОРНАДО-ТМ».....	12
1.3.2 Требования к «ТОРНАДО-ЦППС».....	18
1.3.3 Требования к «ТОРНАДО-КП».....	20
1.3.4 Требования к каналам ввода аналоговых сигналов .....	21
1.3.5 Требования к каналам ввода/вывода дискретных сигналов .....	24
1.3.6 Требования к системе коммуникаций .....	26
1.3.7 Требования к конструктивному исполнению .....	26
1.3.8 Требования к программному обеспечению .....	27
1.3.9 Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции гальванически развязанных цепей .....	28
1.3.10 Требования к электрическому питанию .....	29
1.3.11 Требования по стойкости к внешним воздействиям в рабочих условиях .....	29
1.3.12 Требования по прочности к внешним воздействиям в транспортной таре.....	30
1.3.13 Требования по надежности.....	30
1.3.14 Требования к быстродействию.....	30
1.4 Комплектность .....	31
1.5 Маркировка .....	31
1.6 Упаковка .....	32
2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	34
3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ .....	36
3.1 Общие требования .....	36
3.2 Приемочные и периодические испытания.....	36
3.3 Сертификационные испытания .....	37
4 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ .....	38
4.1 Условия проведения испытаний .....	38
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	44
5.1. Условия транспортирования .....	44
5.2 Условия хранения.....	44
6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	45
7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих ТУ .....	47

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Перечень оборудования и приборов для испытаний .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ В - Типовые компоновки .....	50
В.1 Типовая компоновка «ТОРНАДО-КП» .....	50
В.2 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ЦППС» .....	51
В.3 Крейт технологического МІС-контроллера.....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие технические условия (ТУ) распространяются на комплекс телемеханики «ТОРНАДО-ТМ» (далее – телекомплекс «ТОРНАДО-ТМ» или просто «ТОРНАДО-ТМ»), предназначенный для сбора и передачи телемеханической информации, необходимой для диспетчерского и автоматического контроля и управления территориально распределенными технологическими объектами. Телекомплекс «ТОРНАДО-ТМ» применяется в электроэнергетике, коммунальном хозяйстве, нефтяной и газовой промышленности, в службах диспетчерско-технологического управления.

Телекомплекс «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям ГОСТ Р 51350-99, ГОСТ Р 51522-99, ГОСТ Р 51318.24, ГОСТ Р 51317.6.5 и имеет сертификат соответствия, выданный Органом по сертификации продукции и услуг ООО «Новосибирский центр сертификации и мониторинга качества продукции».

«ТОРНАДО-ТМ» внесен в Государственный реестр средств измерений и имеет сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.34.004.A № 23137 от 22.02.2006 г

«ТОРНАДО-ТМ» не предназначен для применения во взрывоопасных зонах.

«ТОРНАДО-ТМ» относится к изделиям ГСП, предназначенным для построения автоматических и автоматизированных систем измерения, контроля, и управления производственными процессами по ГОСТ 12997.

«ТОРНАДО-ТМ» – это комплекс программно-аппаратных средств телемеханики с переменным составом функциональных блоков, необходимых для создания требуемых конфигураций каналов ввода-вывода и реализации конкретных функций и задач.

Комплекс телемеханики «ТОРНАДО-ТМ» представляет собой телемеханическую систему, включающую оборудование взаимосвязанных устройств телемеханики. Устройства телемеханических пунктов создаются методом агрегатирования из изделий номенклатуры «ТОРНАДО-ТМ». Номенклатура и технические характеристики изделий позволяют создавать устройство телемеханического пункта любого типа: устройство контролируемого пункта «ТОРНАДО-КП» и центральную приемо-передающую станцию «ТОРНАДО-ЦППС».

Комплекс телемеханики «ТОРНАДО-ТМ» относится к первой категории комплексов телемеханики по достоверности по ГОСТ 26.205-88.

«ТОРНАДО-КП» выпускается в нескольких исполнениях, отличающихся информационной емкостью и архитектурой процессорных модулей, и предназначен для ввода сигналов телеизмерения текущие (ТИТ), телесигнализации (ТС), телеизмерения интегральные (ТИИ), вывода сигналов телеуправления (ТУ). При необходимости в программное обеспечение «ТОРНАДО-КП» могут быть включены программные модули, реализующие алгоритмы локальной автоматики и технологических блокировок.

Для организации пункта управления применяется комплекс программно-аппаратных средств телемеханики «ТОРНАДО-ЦППС», обеспечивающий прием и передачу данных и команд от контролируемых пунктов (КП), автоматизированных рабочих мест диспетчеров и других корреспондентов по различным телемеханическим протоколам.

Ядром вычислительной подсистемы «ТОРНАДО-ТМ» являются промышленные контроллеры.

В «ТОРНАДО-ТМ» используются два типа промышленных контроллеров, изготовителем которых является фирма ЗАО «МСТ» (Россия):

- контроллеры MIC с шиной CXC (*стандарт VITA 14-199x, PER Modular Computers*);
- контроллеры MIRage, которые используют промышленную сеть RS-485 для организации распределенного ввода/вывода.

Использование в качестве процессорного модуля контроллера MIRageCPU позволяет реализовать КП с резервированным центральным процессорным модулем.

Во всех модификациях реализованы типовые решения по вводу/выводу сигналов. В качестве УСО используются функциональные submodule УСО стандарта ModPack (*стандарт VITA 14-199x, PER Modular Computers*) (только при использовании MIC контроллера) и модули распределенного ввода/вывода серии MIRage. В телемеханическом комплексе «ТОРНАДО-ТМ» не используются submodule УСО стандарта ModPack сторонних производителей.

Для подключения к submodule УСО сигналов от термометров сопротивления, датчиков тока и напряжения, а также дискретных сигналов и команд 24 и 220 В, применяются блоки полевых интерфейсов (БПИ). БПИ, кроме того, служат для индикации состояния дискретных сигналов, дополнительной гальванической развязки устройств, согласования электрических уровней сигналов и команд, обеспечивают необходимую защиту контроллеров от выбросов напряжения.

Используемые в «ТОРНАДО-ТМ» технические средства и его конструктивное исполнение должны соответствовать комплекту конструкторской документации.

По устойчивости к климатическим воздействиям «ТОРНАДО-ТМ» соответствует исполнению УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150, но с диапазоном рабочих температур от -25 °С до +50 °С. Крейты, контроллеры и модули ввода/вывода сохраняют работоспособность при температурах от -25 °С до +70 °С. В специальном исполнении шкафов со встроенной подсистемой поддержания заданной температуры внутри шкафа возможен расширенный диапазон рабочих температур от -40 °С до +70 °С.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления «ТОРНАДО-ТМ» выполнен по группе Р1, по стойкости к механическим воздействиям «ТОРНАДО-ТМ» выполнен в вибропрочном исполнении N2, виброустойчивом исполнении L3 по ГОСТ 12997. По защищенности от воздействия окружающей среды «ТОРНАДО-ТМ» соответствует степени защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц, выбираемой из числа установленных ГОСТ 14254.

По безопасности «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям следующих нормативных документов: ГОСТ Р МЭК 870-4-93, ГОСТ Р 51350-99.

По электромагнитной совместимости технических средств «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям: ГОСТ Р 51522-99 (для оборудования класса А), ГОСТ Р 51318.24, ГОСТ Р 51317.6.5.

«ТОРНАДО-ТМ» является средством измерения и подлежит калибровке или поверке в части измерительных каналов при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведен в Приложении А. Перечень оборудования, используемого при испытаниях «ТОРНАДО-ТМ», приведен в Приложении Б.

Заказ «ТОРНАДО-КП» должен содержать тип «ТОРНАДО-КП» и код заказа. Код заказа и тип указаны в таблице «Типовые конфигурации «ТОРНАДО-КП».

Таблица - Типовые конфигурации «ТОРНАДО-КП»

Тип КП	Код заказа	Краткое описание
<b>КП с встроенными ТМ каналами (МІС с шиной СХС)*</b>		
ТОРНАДО-КП-8-20*	040111	КП в составе: 8 ТИТ, 20 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-8-40	040112	КП в составе: 8 ТИТ, 40 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-16-40	040113	КП в составе: 16 ТИТ, 40 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-16-60	040114	КП в составе: 16 ТИТ, 60 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-16-60-7Т	040115	КП в составе: 16 ТИТ, 60 ТС/ТИИ, 7 ТИТ температур, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-24-80	040116	КП в составе: 24 ТИТ, 80 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 760x760x300
ТОРНАДО-КП-32-100	040117	КП в составе: 32 ТИТ, 100 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 760x760x300
ТОРНАДО-КП-32-120	040118	КП в составе: 32 ТИТ, 120 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 760x760x300
ТОРНАДО-КП-40-100	040119	КП в составе: 40 ТИТ, 100 ТС/ТИИ, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП (или 2xRS485) для двух КС, шкаф IP54 760x760x300
<b>КП с распределенным вводом/выводом, подключаемым по RS485 (процессорный модуль MIRageCPU)</b>		
ТОРНАДО-КП-RS42	040121	КП в составе: FastEthernet, 4x RS485, RS232 без ОП и RS232 с ОП для двух КС, шкаф IP54 600x600x300
ТОРНАДО-КП-RS61	040122	КП в составе: FastEthernet, 6x RS485, RS232 без ОП для одного КС, шкаф IP54 600x600x300
<b>Блоки распределенного ввода/вывода, подключаемые по RS485 на основе контроллеров серии «MIRage»</b>		
ТОРНАДО-БТУ-8	040131	Блок Телеуправления на 8 ТУ на основе 1-го модуля

\* дополнительно могут подключаться блоки распределенного ввода/вывода

Тип КП	Код заказа	Краткое описание
		MIRage-FDO16-TM, 16 полупроводниковых ключей, отсутствие искрообразования, 3A/250VDC, 16 дополнительных реле "блокировка АПВ", размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 8 БТУ-8 на один КП)
ТОРНАДО-БТУ-16	040132	Блок Телеуправления на 16 ТУ на основе 2-х модулей MIRage-FDO16-TM, 32 полупроводниковых ключей, отсутствие искрообразования, 3A/250VDC, 32 дополнительных реле "блокировка АПВ", размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 4 БТУ-16 на один КП)
ТОРНАДО-БТУ-8-ИП	040133	Блок Телеуправления на 8 ТУ на основе 1-го модуля MIRage-FDO16-TM, 16 полупроводниковых ключей, отсутствие искрообразования, 3A/250VDC, 16 дополнительных реле «блокировка АПВ», размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Автономный ИП
ТОРНАДО-БТУ-16-ИП	040134	Блок Телеуправления на 16 ТУ на основе 2-х модулей MIRage-FDO16-TM, 32 полупроводниковых ключей, отсутствие искрообразования, 3A/250VDC, 32 дополнительных реле "блокировка АПВ", размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Автономный ИП
ТОРНАДО-БТУ-16Р	040141	Блок Телеуправления на 16 ТУ на основе 1-го модуля MIRage-FDO32-220, 32 реле 3A/220VAC или 0,5/220VDC, размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 8 БТУ-16Р на один КП)
ТОРНАДО-БТУ-32Р	040142	Блок Телеуправления на 32 ТУ на основе 2-х модулей MIRage-FDO32-220, 64 реле 3A/220VAC или 0,5/220VDC, размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 4 БТУ-32Р на один КП)
ТОРНАДО-БТУ-16Р-ИП	040143	Блок Телеуправления на 16 ТУ на основе 1-го модуля MIRage-FDO32-220, 32 реле 3A/220VAC или 0,5/220VDC, размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 600x600x300. Автономный ИП.
ТОРНАДО-БТУ-32Р-ИП	040144	Блок Телеуправления на 32 ТУ на основе 2-х модулей MIRage-FDO32-220, 64 реле 3A/220VAC или 0,5/220VDC, размыкаемые промклеммники. Шкаф IP54 760x760x300. Автономный ИП.
ТОРНАДО-БТС-32	040151	Блок Телесигнализации на 32 ТС на основе 1-го модуля MIRage-FDI32-24, 32 оптрона, оптоизоляция до 1500 В, входное напряжение 24 В, ток до 4 мА. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 8 БТС-32 на один КП)
ТОРНАДО-БТС-64	040152	Блок Телесигнализации на 64 ТС на основе 2-х модулей MIRage-FDI32-24, 64 оптрона, оптоизоляция до 1500 В, входное напряжение 24 В, ток до 4 мА. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 4 БТС-64 на один КП)
ТОРНАДО-БТС-32-ИП	040153	Блок Телесигнализации на 32 ТС на основе 1-го модуля MIRage-FDI32-24, оптоизоляция до 1500 В, входное напряжение 24 В, ток до 4 мА. Шкаф IP54 600x600x300. Автономный ИП
ТОРНАДО-БТС-64-ИП	040154	Блок Телесигнализации на 64 ТС на основе 2-х модулей MIRage-FDI32-24, оптоизоляция до 1500 В, входное напряжение 24 В, ток до 4 мА. Шкаф IP54 760x760x300. Автономный ИП
ТОРНАДО-БТИ-16	040161	Блок Телеизмерений на 16 ТИТ на основе 1-го модуля MIRage-FAI-16, ток/напряжение, оптоизоляция до 500 В. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 16 БТИ-16 на один КП)

Тип КП	Код заказа	Краткое описание
ТОРНАДО-БТИ-32	040162	Блок Телеизмерений на 32 ТИТ на основе 2-х модулей MIRage-FAI-16, ток/напряжение, оптоизоляция до 500 В. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 8 БТИ-32 на один КП)
ТОРНАДО-БТИ-64	040163	Блок Телеизмерений на 64 ТИТ на основе 4-х модулей MIRage-FAI-16, ток/напряжение, оптоизоляция до 500 В. Шкаф IP54 600x600x300. Питание от шкафа КП (не более 4 БТИ-64 на один КП)
ТОРНАДО-БТИ-32-ИП	040164	Блок Телеизмерений на 32 ТИТ на основе 2-х модулей MIRage-FAI-16, ток/напряжение, оптоизоляция до 500 В. Шкаф IP54 600x600x300. Автономный ИП
ТОРНАДО-БТИ-64-ИП	040165	Блок Телеизмерений на 64 ТИТ на основе 4-х модулей MIRage-FAI-16, ток/напряжение, оптоизоляция до 500 В. Шкаф IP54 760x760x300. Автономный ИП

\* КП - контролируемый пункт; ТОРНАДО-КП обеспечивают ретрансляцию с КП, объединенных сетью Ethernet;

КС - канал связи;

ТИТ - телеизмерения текущие, ТС - телесигнализация, ТИИ - телеизмерения интегральные;

ТУ – телеуправление;

БТУ - блок телеуправления;

БТС - блок телесигнализации;

БТИ - блок телеизмерений;

ОР - оптронная развязка со встроенным источником питания (гальваническая изоляция);

ИП - источник питания (220АС, DC/24DC).

В типовых конфигурациях, в зависимости от информационного объема устройства, используются настенные шкафы IP54 одностороннего обслуживания с габаритными размерами: 600x600x300 мм или 760x760x300 мм, а также шкафы напольного исполнения. Возможны другие варианты конструктивного исполнения шкафов по желанию Заказчика.

Заказ «ТОРНАДО-ЦППС» должен содержать тип ЦППС и техническое задание на его разработку. Возможные типы ЦППС указаны в таблице «Типовые конфигурации «ТОРНАДО-ЦППС»».

Таблица - Типовые конфигурации «ТОРНАДО-ЦППС»

Тип ЦППС	Краткое описание
<b>ЦППС в навесных шкафах без резервирования</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-8	ЦППС на 8 полнодуплексных каналов связи: 1х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, 1хRS232 без ОР и 1хRS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-16	ЦППС на 16 полнодуплексных каналов связи: 2х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, 1хRS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-24	ЦППС на 24 полнодуплексных канала связи: 3х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-32	ЦППС на 32 полнодуплексных канала связи: 4х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.



Тип ЦППС	Краткое описание
ТОРНАДО-ЦППС-40	ЦППС на 40 полнодуплексных канала связи: 5х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600х800х300.
ТОРНАДО-ЦППС-48	ЦППС на 48 полнодуплексных канала связи: 6х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 4х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600х800х300.
<b>ЦППС в напольных шкафах без резервирования</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-64	ЦППС на 64 полнодуплексных каналов связи: 8х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600
ТОРНАДО-ЦППС-80	ЦППС на 80 полнодуплексных каналов связи: 10х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600
ТОРНАДО-ЦППС-96	ЦППС на 96 полнодуплексных каналов связи: 12х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600
<b>ЦППС в напольных шкафах с резервированием</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-Р-64	ЦППС на 64 резервированных полнодуплексных канала связи: 8х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), резервированные процессор, FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600
ТОРНАДО-ЦППС-Р-80	ЦППС на 80 резервированных полнодуплексных каналов связи: 10х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), резервированные процессор, FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600
ТОРНАДО-ЦППС-Р-96	ЦППС на 96 резервированных полнодуплексных каналов связи: 12х(РВ-ТРУ+ТФТРУ), резервированные процессор, FastEthernet, 2х RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200х800х600

Для управления диспетчерским щитом «Торнадо-ЦППС» может комплектоваться модулями управления диспетчерским щитом «MIRage-FOK». Модуль управления диспетчерским щитом устанавливается в непосредственной близости от щита на DIN рейку и может запитываться как от блока питания установленного в шкафу «Торнадо-ЦППС», так и от выделенных блоков питания, устанавливаемых по месту.

Существует возможность разработки и изготовления различных модификаций телекомплекса «ТОРНАДО-ТМ» по техническим заданиям Заказчика с учетом индивидуальных особенностей объектов обслуживания.

## **1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

### **1.1 Общие требования**

1.1.1 «ТОРНАДО-ТМ» должен соответствовать требованиям ГОСТ 26.205, ГОСТ 12997, ГОСТ 22261, настоящих технических условий, комплекта конструкторской документации.

1.1.2 «ТОРНАДО-ТМ» по классификации измерительных систем в соответствии с ГОСТ Р 8.596-2002 относится к классу ИС-2, то есть является измерительной системой «целевого применения, проектируемой под определенные объекты и возникающей как законченное изделие непосредственно на объекте эксплуатации путем его комплектации из компонентов серийного или единичного изготовления и соответствующего монтажа и наладки, осуществляемых в соответствии с проектной документацией».

1.1.3 «ТОРНАДО-ТМ» является средством измерения и подлежит калибровке в части измерительных каналов (модулей) при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации.

### **1.2 Функции «ТОРНАДО-ТМ»**

«ТОРНАДО-ТМ» должен обеспечивать возможность реализации необходимого набора функций, перечень и требования к которым устанавливаются техническим заданием, утвержденным заказчиком.

#### **1.2.1 Функции «ТОРНАДО-ЦППС»**

«ТОРНАДО-ЦППС» реализует следующие функции:

- Обмен оперативной информацией с КП и другими ЦППС;
- Поддержка различных телемеханических протоколов и форматов данных;
- Обмен информацией с оперативно информационным управляющим комплексом (ОИУК);
- Вывод информации на диспетчерский щит с использованием контроллеров диспетчерского щита;
- Синхронизация астрономического времени;
- Диагностика состояний каналов связи;
- Обработка информации (масштабирование и т.п.);
- Формирование статистической информации о работе ЦППС;
- Управление нормативно-справочной информацией.

ЦППС должна:

– в части обмена оперативной информацией обеспечивать прием сигналов ТИТ и ТС, их ретрансляцию различным адресатам по протоколам МЭК-870-5-101 или МЭК-870-5-104;

- обеспечивать возможность отправки различной информации (ЦБИ, файлы осциллограмм с терминалов РЗА и т.д.) в виде файлов с использованием различных сетевых протоколов. Должна быть обеспечена синхронизация внутренних часов ЦППС с использованием одного из стандартных средств (GPS/ГЛОНАС, NTP, телемеханический протокол).
- иметь расширяемую библиотеку телемеханических протоколов, по умолчанию включающую протоколы МЭК-870-5-101 и МЭК-870-5-104;
- обеспечивать поддержку метки времени переменных, преобразование ТИТ в инженерные величины. Каждая переменная должна иметь атрибуты качества и статус;
- обеспечивать вывод дискретных сигналов на диспетчерский щит, в том числе при ручном вводе дискретных сигналов в программном обеспечении ОИУК;
- комплектоваться программным обеспечением АРМ телемеханика, обеспечивающим полное конфигурирование ЦППС.

Программное обеспечение ЦППС должно обеспечивать:

- функционирование резервированной ЦППС (синхронизация базы данных переменных, НСИ и т.д.);
- накопление статистической и диагностической информации о работе ЦППС и состоянии каналов связи;
- импорт конфигурационных файлов, полученных при параметрировании КП или параметрировании ОИУК, для автоматического или полуавтоматического конфигурирования ЦППС.

### 1.2.2 Функции «ТОРНАДО-КП»

«ТОРНАДО-КП» реализует следующие функции:

- Сбор информации о состоянии двухпозиционных объектов (ТС);
- Сбор информации о текущих значениях параметров (ТИТ);
- Сбор интегральных значений параметров (ТИИ);
- Сбор информации с температурных датчиков (термосопротивления);
- Телеуправление двух- и многопозиционными объектами (ТУ);
- Вывод сигналов телерегулирования (при поддержке данной функции протоколом ТМ);
- Цифровая фильтрация сигналов ТИТ с целью подавления помех линии;
- Аппроксимация нелинейной характеристики датчиков ТИТ (для термосопротивлений);
- Первичная обработка информации (масштабирование и т.п.);
- Обмен телеинформацией по различным каналам связи (ВЧ-уплотненные, физические, коммутируемые телефонные линии, радиоканал, цифровые каналы связи) в различных направлениях и с разными протоколами связи;
- Ретрансляция информации (РТ) от других источников;

- Обмен информацией с внешними информационными системами по протоколам МЭК-870-5-101 и МЭК-870-5-104;
- Организация информационного обмена с измерительными цифровыми преобразователями;
- Синхронизация астрономического времени;
- Присвоение меток времени сигналам ТИТ и ТС;
- Управление местным диспетчерским щитом с использованием контроллеров диспетчерского щита.

## **1.3 Основные параметры и характеристики**

### **1.3.1 Структура «ТОРНАДО-ТМ»**

#### **1.3.1.1 *Общее описание структуры «ТОРНАДО-ТМ»***

Общая структура телемеханического комплекса «ТОРНАДО-ТМ» и его интеграция в полноценную систему АСДУ (автоматизированная система диспетчерского управления) показана на рисунке 1.

«ТОРНАДО-КП» получает информацию о состоянии контролируемого объекта посредством прямых проводных связей или через цифровые сети с подключенными к ним микропроцессорными терминалами. Для обмена информацией с уровнем диспетчерского пункта могут быть использованы цифровые интерфейсы Ethernet или RS-232. Предусмотрена возможность организации дублированных каналов связи. При использовании цифрового интерфейса RS-232 может применяться телемеханический протокол МЭК 870-5-101 или другие телемеханические протоколы (например, Гранит, ТМ-800 и др.). При использовании интерфейса Ethernet применяется протокол МЭК 870-5-104.

Среда передачи данных включает в свой состав все оборудование и линии связи, которые необходимы для организации прозрачной передачи цифровых данных. Данное оборудование не является частью комплекса «ТОРНАДО-ТМ» и в настоящих технических условиях не рассматривается. В качестве телемеханических модемов могут использоваться модемы имеющий стандартный интерфейс RS-232 (например, ТФМ-3). Модемы с нестандартным интерфейсом могут быть использованы по отдельному заказу.

«ТОРНАДО-ЦППС» получает информацию о состоянии контролируемых пунктов посредством цифровых интерфейсов Ethernet, RS-232 и RS-422. При использовании цифрового интерфейса RS-232 и RS-422 может применяться телемеханический протокол МЭК 870-5-101 или другие телемеханические протоколы. При использовании интерфейса Ethernet применяются протокол МЭК 870-5-104.

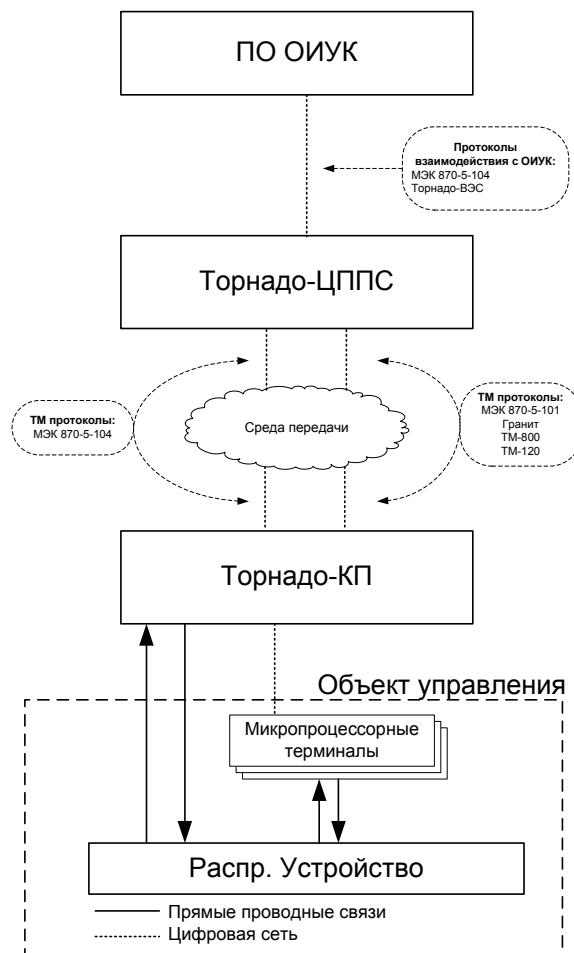


Рисунок 1

«ТОРНАДО-ЦППС» содержит актуальную базу данных всех сигналов, поступающих с контролируемых пунктов, которая доступна для программного обеспечения Оперативно-Информационного Управляющего Комплекса (ОИУК). Доступ к базе данных «ТОРНАДО-ЦППС» осуществляется посредством сети Ethernet с использованием протоколов Торнадо-ВЭС или МЭК 870-5-104.

### 1.3.1.2 Структура «ТОРНАДО-ЦППС»

«ТОРНАДО-ЦППС» может поставляться в резервированном и нерезервированном исполнении. На рисунке 2 показана структура резервированной «ТОРНАДО-ЦППС». В таком исполнении комплект оборудования ЦППС включает 2 крейта МПС с установленными в них коммуникационными субмодулями РВ-ТРУ. В одном крейте может устанавливаться до 12 коммуникационных субмодулей РВ-ТРУ. Каждый коммуникационный субмодуль обслуживает 8 полнодуплексных каналов связи на скоростях от 100 до 9600 бод. Определение активного комплекта оборудования возложено на арбитр. Существуют два варианта реализации арбитра – механический арбитр (ключ) и автоматический аппаратный арбитр с возможностью принудительного переключения активного комплекта.

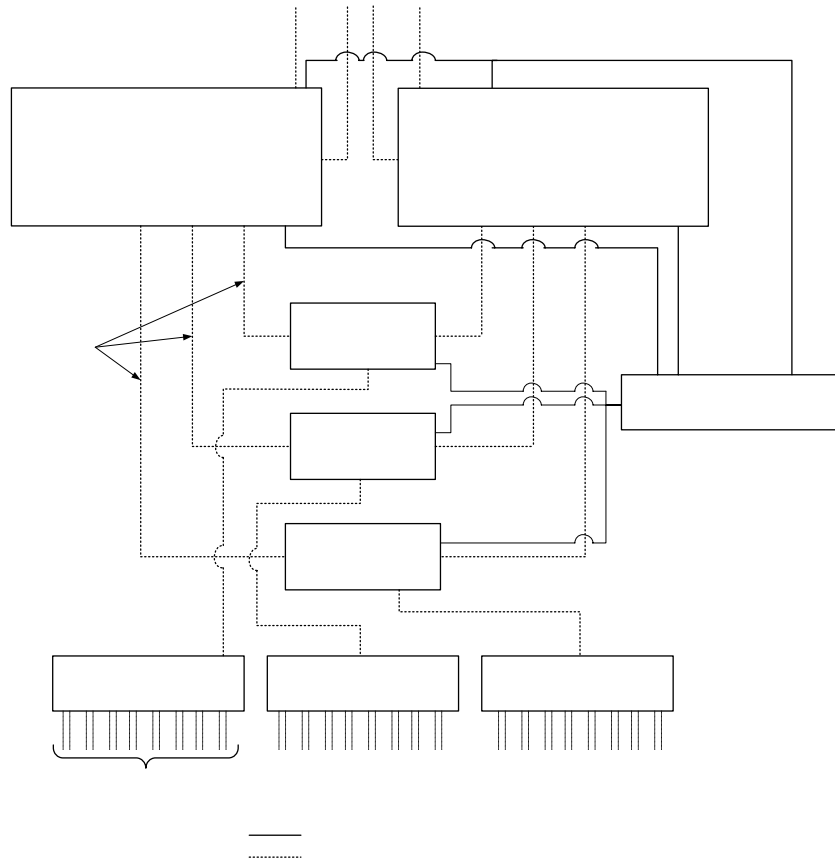


Рисунок 2

В первом варианте положение ключа визуально определяет активный комплект оборудования. Необходимость переключения активного комплекта оборудования определяется дежурным персоналом по изменению состояния переменных в ПО ОИУК. Арбитр является «сухим контактом» для блока коммутации. Повреждение арбитра приводит к невозможности переключения резервного ЦППС в активное состояние. Функция блоков коммутации FTPTU-SW состоит в разделении входящих линий связи для 1-го и 2-го комплектов и коммутации исходящих линий связи на активный комплект. Снятие питания с блока FTPTU-SW приводит к прекращению коммутации всех приемных и передающих каналов как активной, так и резервной ЦППС. Каждый блок коммутации соединяется с одним блоком полевого интерфейса TFTPUI и двумя коммуникационными блоками РВ-ТПУ, установленными в разных крейтах. Блок полевого интерфейса TFTPUI предназначен для согласования уровней сигналов и содержит клеммник на 16 двунаправленных каналов. Блок полевого интерфейса содержит переключики, позволяющие конфигурировать направление передачи для каждого канала.

Принципиальная схема автоматического аппаратного арбитра с возможностью принудительного переключения активного комплекта показана на рисунке 3.

8 дуплексных каналов на каждом модуле

1 Проц  
цифр

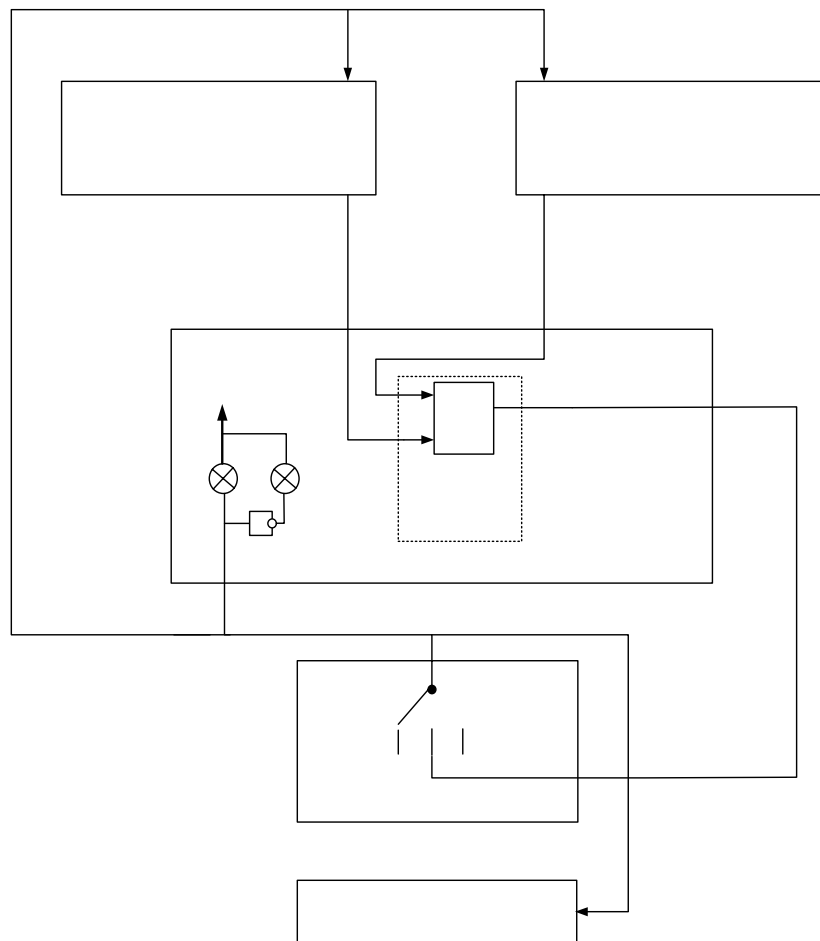


Рисунок 3

Для реализации функций автоматического арбитра используются аппаратный трехпозиционный механический ключ и аппаратный арбитр. Механический ключ имеет три состояния: «авто» (решение об активном комплекте принимается аппаратным арбитром), «1» (активен 1-й комплект ЦППС) и «2» (активен 2-й комплект ЦППС).

Аппаратный арбитр выполнен как **RS** триггер, на вход **R** подается сигнал «запрос на активность» от первого комплекта ЦППС и на вход **S** подается сигнал «запрос на активность» от второго комплекта ЦППС. Сигнал состояния **RS** триггера подается на клемму «авто» механического ключа, который коммутирует возможные состояния в команду «резервный ЦППС активен», поступающую на блоки коммутации FTPU-SW и входные сигналы обеих комплектов ЦППС для информирования о том, какой из ЦППС в данный момент активен.

При положении механического ключа в состояниях «1» или «2» становятся активными соответственно 1-й или 2-й комплект ЦППС, и происходит автоматическое переключение передающих линий на модуле FTPU-SW. При этом признак активного комплекта передается в каждую ЦППС, и на блоке аппаратного арбитра загорается соответствующая индикаторная лампа. Смена активного комплекта приводит к рестарту ставшего неактивным комплекта ЦППС.

При положении механического ключа в состоянии «авто» активный комплект оборудования определяется аппаратным **RS** триггером. На входы **RS** триггера от каждого комплекта ЦППС поступает логический сигнал «1» в случае работоспособности комплекта и «0»

– в обратном случае. При переключении механического ключа из состояния «1» или «2» в «авто» или при одновременной подаче питания на комплекты ЦППС активный комплект оборудования будет определен аппаратным арбитром в случайном порядке. Предопределенное состояние активного комплекта ЦППС может быть получено при специальном порядке подачи питания на разные комплекты ЦППС: сначала питание подается на аппаратный арбитр, аппаратный ключ и блок коммутации FTPU-SW, затем питание подается на комплект ЦППС, который должен быть основным, и последним питание подается на второй резервный комплект ЦППС.

Каждый комплект оборудования имеет интерфейс Ethernet для связи с ПО ОИУК и интерфейс RS-485 для связи с модулями управления диспетчерским щитом MIRage-FOK.

В нерезервированном исполнении комплект оборудования ЦППС включает 1 кейт MIC с установленными в них коммуникационными submodule PB-TPU. кейт может устанавливаться до 12 коммуникационных submodule PB-TPU. Каждый коммуникационный submodule обслуживает 8 полнодуплексных каналов связи на скоростях от 100 до 9600 бод. В нерезервированном исполнении отсутствуют блоки коммутации и арбитр.

### **1.3.1.3 Структура «ТОРНАДО-КП»**

На рисунке 4 показана структура «ТОРНАДО-КП». В кейт процессорного модуля MIC устанавливаются устройства сопряжения с объектом (УСО) для регистрации ТИТ и ТС, а также до 3-х submodule связи дублированных RS-485/422 и RS-232 с оптронной развязкой. При использовании процессорного устройства MIRage-CPU, устанавливаются только submodule связи дублированных RS-485/422 и RS-232.

В качестве УСО используются функциональные submodule. В кейт процессорного модуля может быть установлено до 12 submodule УСО. Для регистрации сигналов ТИТ используется submodule PB-V35T, рассчитанный на 8 дифференциальных аналоговых сигналов тока или напряжения. Для регистрации сигналов ТС используется submodule PB-DIN3N, рассчитанный на подключение 20 входов типа сухой контакт. Для увеличения емкости КП по каналам ТИТ и ТС, а также для реализации каналов ТУ, могут использоваться специальные модули ввода-вывода серии MIRage, которые подключаются к основному процессорному модулю по дублированным цифровым сетям RS-485. Для передачи информации на вышестоящий уровень могут использоваться цифровые интерфейсы Ethernet или RS-232.

Пример реализации «ТОРНАДО-КП» на основе типовых изделий показан на рисунке 5. «ТОРНАДО-КП» включает в себя один шкаф контроллера телемеханики (ТМ), и один или несколько шкафов телесигнализации (БТС), телеизмерений (БТИ) и телеуправления (БТУ) с установленными в них соответствующими модулями распределенного ввода/вывода серии MIRage.



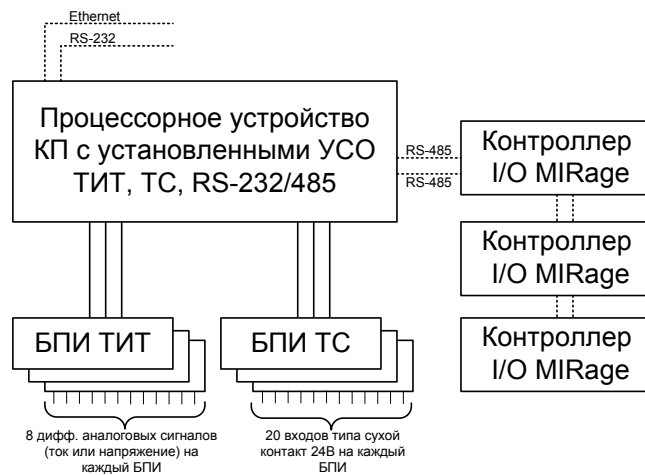


Рисунок 4

В основном блоке комплекса располагается процессорное устройство (крейт контроллера MIC с шиной CXC или MIRage-CPU), система электропитания, блоки полевых интерфейсов (см. Приложение В).

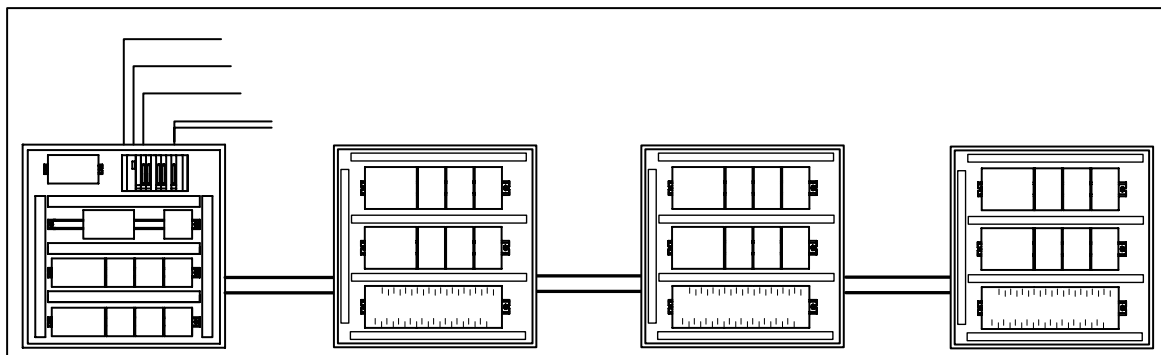


Рисунок 5

Для наращивания количества каналов телемеханики используются дополнительные шкафы блоков телеизмерений (БТИ), телесигнализации (БТС) и телеуправления (БТУ), реализованные на основе модулей распределенного ввода/вывода серии MIRage (см. Приложение В). Основной шкаф КП соединяется со шкафами БТИ, БТС или БТУ с помощью дублированной сети RS-485 с протоколом ModBus RTU. Контроллер КП поддерживает до 3-х дублированных, либо до 6-ти недублированных сетей RS-485. Число недублированных сетей может быть увеличено до 22 при использовании дополнительно двух submodule PB-TPU. Каждая из сетей обеспечивает подключение до 32-х цифровых устройств, включая устройства третьих производителей, например, счетчиков тепловой и электроэнергии, терминалов РЗА и т.п. Количество RS-485 может быть проектно компоновываемым и расширяться путем установки submodule PB-TPU.

### 1.3.2 Требования к «ТОРНАДО-ЦППС»

«ТОРНАДО-ЦППС» имеет централизованную структуру и строится на основе контроллеров MIC. На диспетчерском пункте (ДП) может быть установлено несколько ЦППС, объединенных единой локальной сетью Fast Ethernet.

Состав и характеристики базовой части, в которую входят процессорное устройство, крейты и модули-носители, приведены в таблице 1.1. В таблице приведены данные для одного нерезервированного комплекта.

Таблица 1.1

Элемент контроллера	Комплекс на базе контроллера MIC
Процессорное устройство	Модуль MIC-860: MPC860T/66(80) МГц Энергонезависимый 1MB SRAM, 16/32/64 MB SDRAM, 4/16/32 MB Flash
Крейт контроллера	ASM3-MIC – 42TE крейт, евромеханика 3U, шина СХС, источник питания (один, дублированный или с внешней батареей).
Модуль-носитель	MIC-SB - модуль-носитель для двух субмодулей MODPACK
Число слотов УСО	1 слот для CPU MIC-860 и до 7 слотов в крейте для установки модулей-носителей. Максимальное число субмодулей в контроллере – 14
Число каналов RS485	до 3х дублированных
Число каналов RS232	2
Fast Ethernet	1
Число каналов для подключения ТМ модемов	до 96 полнодуплексных
Скорость передачи на канале	от 50 до 9600 бод
Интерфейсы на канале	RS-232, RS-422, RS-485, токовая петля, положительная логика 0..+12В, отрицательная логика 0...-12В
Дискретность наращивания каналов	8

Модули и субмодули ввода/вывода составляют проектно-компонуюемую часть. В «ТОРНАДО-ЦППС» на базе контроллера MIC используются субмодули ввода/вывода семейства ModPack для организации каналов ввода-вывода телемеханики и модули распределенного ввода/вывода серии MIRage. Вывод информации на диспетчерский щит осуществляется с помощью специального модуля управления диспетчерским щитом MIRage-FOK, подключаемого через сеть RS-485. Максимальное количество модулей вывода на диспетчерский щит, подключаемых к одному сегменту дублированной сети RS-485 – 31.

Номенклатура модулей и субмодулей ввода/вывода «ТОРНАДО-ЦППС» приведена в таблице 1.2. Изготовителем всех перечисленных в таблице модулей и субмодулей является фирма «Модульные Системы Торнадо» (Россия).

Таблица 1.2

Наименование	Условное обозначение	Количество каналов
<b>Субмодули семейства ModPack</b>		
Коммуникационный (TxD или RxD/дуплексных)	PB-TPU	8 полнодуплексных
Полевой интерфейс к субмодулю PB-TPU (RS 485, 232)	TFTPU	8 полнодуплексных
Коммуникационный	PB-485T	2
Коммуникационный	PB-232T	1
<b>Модули серии MIRage</b>		
Управление диспетчерским щитом	MIRage-FOK	31

Мезонинный субмодуль PB-TPU, выполненный в стандарте MODPACK, является таймерным процессорным устройством, основным назначением которого является функциональный контроль и управление дискретными сигналами для 16-ти каналов с заданными временными диаграммами. Управление и контроль сигналов ведется посредством задания параметров и считывания значений таймерных функций, которые загружаются в виде микрокода в субмодуль через MODPACK интерфейс (MPI).

Блок полевого интерфейса (БПИ) TF-TPU предназначен для сопряжения субмодуля PB-TPU, устанавливаемого на платах MIC-SB, MIF, VMOD или IMOD с различными модемами, в том числе применяемыми в области телемеханики или другими устройствами, поддерживающими протоколы RS-232/485. Полевой интерфейс TFTPU является многоканальным устройством и предназначен для преобразования электрических уровней логических сигналов. Тип и направление преобразования задается для каждого канала отдельно с помощью выбора вставки и установки перемычек. Существуют следующие вставки:

- TFTPU-TM (тип А) – 12 В отрицательная логика;
- TFTPU-TM (тип В) – оптопара;
- TFTPU-TM (тип С) – положительная логика, открытый коллектор;
- TFTPU-RS232 – цифровой интерфейс RS232;
- TFTPU-RS485 – цифровой интерфейс RS485.

Блок коммутации FTPU-SW предназначен для электрической коммутации 32 цифровых каналов от двух комплектов крейтов к 16 каналам блока полевого интерфейса TFTPU. Перечень коммутируемых входных и выходных каналов определяется перемычками на блоке FTPU-SW.

Срок сохранения информации при отключении сетевого питания в энергонезависимом ОЗУ статического типа (SRAM) – не менее 168 часов, в энергонезависимой памяти флэш (FLASH) типа – не ограничено.

Время готовности контроллера после подачи питания не более 15 сек.

### 1.3.3 Требования к «ТОРНАДО-КП»

1.3.3.1 Существуют две линии контроллеров «ТОРНАДО-КП»: контроллеры MIC и контроллеры на базе процессорных модулей серии MIRage.

1.3.3.2 Состав и характеристики базовой части, в которую входят процессорное устройство, крейты и модули-носители, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Элемент контроллера	Комплекс на базе контроллера MIC	Комплекс на базе контроллера MIRage
Процессорный модуль	Модуль MIC-860: MPC860T/66(80) МГц Энергонезависимый 1MB SRAM, 16/32/64 MB SDRAM, 4/16/32 MB Flash	Модуль MIRage-CPU: MPC860T/66(80) МГц Энергонезависимый 1M SRAM, 16/32/64 SDRAM, 4/16/32 Flash
Крейт контроллера	ASM3-MIC - 42TE крейт, евромеханика 3U, шина СХС, источник питания (один, дублированный или с внешней батареей).	–
Модуль-носитель	MIC-SB - модуль-носитель для двух субмодулей MODPACK	–
Число слотов УСО	1 слот для CPU MIC-860 и до 7 слотов в крейте для установки модулей-носителей. Максимальное число субмодулей в контроллере – 14	–
Число каналов RS485	3 дублированных + 16	3 дублированных
Число каналов RS232	2	2
Fast Ethernet	1	1
Точность регистрации, мс:		
ТС	1	не хуже 50xN*
ТИТ	1	

\*N – число модулей MIRage на одном сегменте RS-485

1.3.3.3 Модули и субмодули ввода/вывода составляют проектно-компонуюемую часть. В «ТОРНАДО-КП» на базе контроллера MIC используются субмодули ввода/вывода семейства ModPack и модули распределенного ввода/вывода серии MIRage. В «ТОРНАДО-КП» с контроллером на базе процессорных модулей MIRage-CPU используются только модули распределенного ввода/вывода серии MIRage, которые подключаются к контроллеру по дублированной сети RS-485. Максимальное количество модулей, подключаемых к одному сегменту дублированной или недублированной сети RS-485 – 32. Максимально количество недублированных сетей RS-485 при использовании контроллера MIC - 22, при использовании процессорного модуля MIRage-CPU - 6.

1.3.3.4 Номенклатура модулей и субмодулей ввода/вывода «ТОРНАДО-КП» приведена в таблице 1.4. Изготовителем всех перечисленных в таблице модулей и субмодулей является фирма «Модульные Системы Торнадо» (Россия).

Таблица 1.4

Наименование	Условное обозначение	Количество каналов
<b>Субмодули семейства ModPack</b>		
Коммуникационный	PB-TPU	16
Коммуникационный	PB-485T	2
Коммуникационный	PB-232T	1
Ввода аналоговых унифицированных сигналов с интегрирующим АЦП с временем преобразования от 3,75 до 375 мс на канал	PB-V35T	8 диф.
Ввода аналоговых сигналов с быстрым АЦП с временем преобразования 6 мкс на канал	PB-VF	8 диф.
Ввода аналоговых сигналов от датчиков термометров сопротивлений	PB-PT100T	7
Ввода дискретных сигналов 24 В	PB-DIN3T	20
<b>Модули серии MIRage</b>		
Ввода аналоговых сигналов от датчиков термометров сопротивлений	MIRage-FPT	8
Ввода аналоговых унифицированных сигналов ТИТ	MIRage-FAI-16	16 диф. (32 униполярных)
Вывода дискретных команд ТУ соленоидами приводов без дугообразования	MIRage-FDO16-TM	16
Вывода дискретных команд ТМ через реле	MIRage-FDO32	32
Ввода дискретных сигналов ТМ 220 В	MIRage-FDI32	32
Ввода дискретных сигналов ТМ 24 В	MIRage-FDI32-24	32
Управление диспетчерским щитом	MIRage-FOK	31

1.3.3.5 Срок сохранения информации при отключении сетевого питания в энергонезависимом ОЗУ статического типа (SRAM) – не менее 168 часов, в энергонезависимой памяти флэш (FLASH) типа – не ограничено.

1.3.3.6 Время готовности контроллера после подачи питания не более 15 сек.

### 1.3.4 Требования к каналам ввода аналоговых сигналов

1.3.4.1 В «ТОРНАДО-ТМ» должны функционировать каналы, реализующие ввод аналоговых сигналов. Типы каналов приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5

№ п/п	Субмодуль/модуль	Наименование канала
1	PB-V35T	Измерение величины силы и напряжения постоянного тока
2	PB-VF	Измерение величины силы и напряжения постоянного тока
3	PB-PT100T	Измерение величины сигналов сопротивления, термопреобразователей сопротивления
4	MIRage-FPT	Измерение величины сигналов термопреобразователей сопротивления
5	MIRage-FAI16	Измерение величины силы и напряжения постоянного тока

1.3.4.2 Метрологические характеристики каналов ввода сигналов силы и напряжения постоянного тока приведены в таблице 1.6, каналов ввода сигналов термопреобразователей сопротивления – в таблице 1.7.

Таблица 1.6

Модули	Сигналы		Входное (нагрузочное) сопротивление	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Температурный коэффициент для (0...70°C) / (-25...0°C), % / °C
	на входе	на выходе (кол-во разрядов АЦП +знак)			
PB-V35T	(-5 ...5) В	18 бит	1 ГОм	± 0,1	0,003 / 0,01
	(-10 ... 10) В	18 бит		± 0,1	0,003 / 0,01
PB-V35T в комплекте с БПИ TFCUR	(-25 ... 25) мА	18 бит	(200 Ом)*	± 0,15	0,003 / 0,01
	(-50 ... 50) мА	18 бит		± 0,15	0,003 / 0,01
PB-VF	(-10 ... 10) В	12 бит	1 ГОм	± 0,15	0,003 / 0,004
	(-50 ... 50) мА	12 бит		± 0,2	0,003 / 0,004
MIRage-FAI16	(-10 ... 10) В	20 бит	1 ГОм	± 0,1	0,003 / 0,01
	(-50 ... 50) мА	20 бит	(200 Ом)*	± 0,15	0,003 / 0,01
PB-PT100T	(0 ... 300) Ом	19 бит	1 ГОм	± 0,1	0,005 / 0,01
	(0 ... 600) Ом	20 бит		± 0,1	0,005 / 0,01
	(0 ... 1200) Ом	21 бит		± 0,1	0,005 / 0,01

\* Внешнее сопротивление на полевом интерфейсе.

**Примечания:**

1. В таблице 1.6 приведены метрологические характеристики для настраиваемых параметров модулей: частоты среза и коэффициента усиления АЦП, используемых по умолчанию. Значения по умолчанию приведены в нижеследующей таблице:

Тип модуля	Диапазон измерений	Частота среза, Гц	Коэффициент усиления
PB-V35T	(-5 ...5) В; (-25 ... 25) мА	100	2
	(-10 ... 10) В; (-50 ... 50) мА		1
MIRage-FAI16	(-10 ... 10) В; (-50 ... 50) мА	50	1
PB-PT100T	(0 ... 300) Ом	25	16
	(0 ... 600) Ом		8
	(0 ... 1200) Ом		4

2. В модулях PB-V35T, MIRage-FAI16 и PB-PT100T применяется дельта-сигма ( $\delta-\sigma$ ) преобразование, поэтому абсолютная погрешность этих модулей в основном определяется погрешностью опорного напряжения и практически не зависит от нелинейности и шума АЦП модуля. Поэтому абсолютная погрешность определяется величиной измеряемого параметра, а предел основной приведенной погрешности не зависит от диапазона измерения.

1.3.4.3 Субмодули должны сохранять работоспособность при перегрузке измерительных каналов:

- 30 мА – для каналов измерения силы тока, в которых используются первичные преобразователи (датчики) без источника питания;
- 15 В – для субмодулей измерения напряжения.

1.3.4.4 Параметры каналов измерения сигналов термопреобразователей сопротивления на основе модуля MIRage-FPT должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Тип НСХ ТС*	$W_{100}$	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон выходного сигнала ТС, Ом	Диапазон входного сигнала модуля, Ом	Дискретность представления выходного сигнала, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	Температурный коэффициент для (0...70°C) / (-25...0°C), °С / °С			
50П	1,391	-200...100	8,65...69,56	0 ... 320	0,1	±0,5	0,005/0,01			
		101...350	69,75...115,89			±0,7				
		351...550	116,07...150,34			±1,0				
		551...850	150,51...197,52			±1,5				
		851...1100	197,67...232,84			±1,8				
100П		-200...100	17,3...139,11	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —			
		101...300	139,49...213,83			±0,7				
		301...600	214,19...317,17			±1,0				
Pt50	1,385	-200 ... 0	9,26 ... 50,0	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —			
		1 ... 250	50,2 ... 970,05			±0,7				
		251 ... 500	97,23 ... 140,49			±1,0				
		501 ... 850	140,66 ... 195,24			±1,5				
Pt100		-200 ... 100	18,52 ... 138,51	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —			
		101 ... 300	138,88 ... 212,05			±0,7				
		301 ... 600	212,41 ... 313,71			±1,0				
50М	1,428	-200...0	6,085 ... 50,0	— “ —	— “ —	±0,4	— “ —			
		1...200	50,23...92,775			±0,6				
100М		-200...50	12,17 ... 121,39			— “ —		— “ —	±0,4	— “ —
		51...200	121,82...185,55						±0,6	
Cu50	1,426	-50 ... 100	39,345 ... 71,31	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —			
		101 ... 200	71,52 ... 92,62			±0,6				
Cu100		-50 ... 150	78,69 ... 163,92			— “ —		— “ —	±0,5	— “ —
		151 ... 200	164,35 ... 185,23						±0,6	
100Н	1,671	-60 ... 100	69,45 ... 161,72	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —			
		101 ... 180	162,41 ... 223,21			±0,6				

\*Обозначение типа номинальной статической характеристики термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651-94.

**Примечание** - Метрологические характеристики приведены для настраиваемых параметров модуля: частоты среза заградительного фильтра – 25 Гц и коэффициента усиления АЦП – 16.

Модуль MIRage-FPT совмещает функции блока полевого интерфейса и измерительного модуля. Модуль FPT предназначен для измерения температур от датчиков термометров сопротивления различных градуировок (термосопротивлений) и ретрансляции измеренных значений через последовательные интерфейсы RS-485 или CAN. Каждый датчик подключается по четырехпроводной схеме, при этом две выходных клеммы модуля используются для подачи источника тока на датчик, две входных – для измерения напряжения на датчике. Во время измерения входные напряжения от датчиков мультиплексируются в один сигнал для аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), а общий источник тока мультиплексируется на выходные клеммы выбранного канала. Субмодуль имеет один дополнительный внутренний опорный канал, который служит для калибровки.

Каналы модуля предназначены для измерения сигналов термопреобразователей сопротивления всех типов с номинальной статической характеристикой по ГОСТ 6651 с возможностью одновременного подключения термопреобразователей разных типов.

1.3.4.5 Гальваническая развязка между измерительными каналами субмодулей ввода/вывода аналоговых сигналов и системой (цепью «земля» крейта контроллера) должна быть не менее 500 В.

### 1.3.5 Требования к каналам ввода/вывода дискретных сигналов

1.3.5.1 «ТОРНАДО-ТМ» должен обеспечивать ввод и вывод дискретных сигналов.

Типы каналов приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8

№ п/п	Тип модуля или субмодуля	Наименование канала
1	PB-DIN3T в комплекте с БПИ FIN220	Ввод дискретных сигналов переменного и постоянного тока с напряжением 220 В с индивидуальной гальванической развязкой
2	PB-DIN3T в комплекте с БПИ FDIN3	Ввод дискретных сигналов постоянного тока с напряжением 24 В с групповой гальванической развязкой
3	MIRage-FDI32	Ввод дискретных сигналов 220 В с индивидуальной гальванической развязкой
4	MIRage-FDI32-24	Ввод дискретных сигналов 24 В с индивидуальной гальванической развязкой
5	MIRage-FDO16-TM	Транзисторно-релейный вывод дискретных сигналов в традиционные цепи телемеханики с блокировкой АПВ; прямая коммутация без дугообразования соленоидами привода
6	MIRage-FDO32	Вывод дискретных сигналов в релейные цепи
7	MIRage-FOK	Вывод дискретных сигналов на диспетчерский щит

1.3.5.2 «ТОРНАДО-ТМ» должен обеспечивать ввод дискретных сигналов, параметры которых соответствуют указанным в таблице 1.9.



Таблица 1.9

Тип модуля	Диапазон преобразования		Гальваническое разделение		Мощность, отбираемая от источника сигнала на один канал, не более
	Лог. «0»	Лог. «1»	между каналами модуля	между входными и внутренними цепями	
РВ-DIN3Т с БПИ FIN220	0...105 В (DC) 0...110 В (AC)	115 ... 280 В (DC) 145 ... 280 В (AC)	4000 В	4000 В переменного тока частотой 50 Гц	1,26 ВА
РВ-DIN3Т с БПИ FDIN3	0...10 В	16...30 В	—	1500 В	150 мВА
MIRage-FDI32	0...10 В	16...30 В	1000 В (DC) между группами каналов	1000 В	150 мВА
	0...105 В (DC) 0...110 В (AC)	115 ... 280 В (DC) 145 ... 280 В (AC)	1000 В	1000 В переменного тока частотой 50 Гц	1,26 ВА

1.3.5.3 «ТОРНАДО-ТМ» должен обеспечивать вывод дискретных сигналов, параметры которых соответствуют указанным в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Тип модуля	Диапазон преобразования	Коммутируемая нагрузка	Гальваническое разделение	
			между каналами модуля	между входными и внутренними цепями
MIRage-FDO16-ТМ	Лог. «0» – разомкнутое состояние комбинированного ключа Лог. «1» – замкнутое состояние комбинированного ключа	Максимальный коммутируемый ток по основному каналу - до 3.5 А постоянного тока, по дополнительному каналу - 0.3 А постоянного тока; Коммутируемое напряжение по основному каналу – 220В, по дополнительному каналу – 24В. Испытательное напряжение для разомкнутых выходов 1000В.	1500 В  между основным и дополнительными каналами  1500 В	1500 В
MIRage-FDO32	Лог. «0» – разомкнутое состояние комбинированного ключа Лог. «1» – замкнутое состояние комбинированного ключа	Максимальный коммутируемый ток - до 3 А переменного тока, до 0.5 А постоянного тока Коммутируемое напряжение – 250В. Испытательное напряжение для разомкнутых выходов при наличии варисторной защиты 250В, без защиты 1000В.	1500 В	1500 В
MIRage-FOK	Лог. «0» – разомкнутое состояние ключа типа “открытый коллектор” Лог. «1» – замкнутое состояние ключа типа “открытый коллектор”	Максимальный ток коммутации на один канал – 1А, максимальное коммутируемое напряжение – 100В, суммарный коммутируемый ток – 8А	-	-

### 1.3.6 Требования к системе коммуникаций

1.3.6.1 В «ТОРНАДО-ТМ» используются следующие типы сетевых интерфейсов:

- Ethernet;
- последовательный интерфейс (RS232/RS422/RS485).

1.3.6.2 Характеристики сети Ethernet (стандарт IEEE 802.3):

- скорость передачи данных - 10/100 Мбит/с;
- тип кабеля - неэкранированная витая пара категории 5, экранированная витая пара категории 5, промышленная витая пара категории 5, оптоволоконный кабель;

- топология сети – радиальная;
- коммуникационные устройства - сетевые интерфейсы Ethernet на процессорных модулях контроллеров, концентраторы и коммутаторы Ethernet;
- способ доступа к среде передачи - множественный доступ с контролем несущей и детектированием коллизий (CSMA/CD);

- максимальная длина пакета - 1500 байт;
- протоколы передачи данных – TCP/IP

1.3.6.3 Параметры последовательного интерфейса

- скорость передачи данных – до 38400 бит/с;
- топология – «точка-точка», «точка-многоточка»;
- электрический интерфейс – RS-232/RS-422/RS-485;
- количество последовательных интерфейсов:
  - RS-232 на процессорном модуле без опторазвязки – до 2 шт.,
  - RS-422/RS-485 при установке до трех модулей PB-RS485 – до 6 шт.,
  - RS-485 при установке двух submodule PB-TPU – до 16 шт.
- коммуникационные устройства – последовательные порты процессорных модулей контроллера MIC-860, мезонинные платы PB-485T, PB-232T и PB-TPU.
- протоколы передачи данных – Гранит, ТМ-800, ТМ-120, МЭК-870-5-101, ModBus RTU.

1.3.6.4 Для реализации подсистемы связи в задачах построения телемеханических комплексов, комплексов диспетчерского управления или сопряжения с такими комплексами используются распространенные в телемеханике протоколы связи: ТМ-120, ТМ-800, Гранит, МЭК-870-5-101. Подсистема связи является программно-компонентной, что позволяет реализовывать любые телемеханические протоколы.

### 1.3.7 Требования к конструктивному исполнению

1.3.7.1 В «ТОРНАДО-ТМ» на базе MIC-контроллеров submodule ввода/вывода ModPack устанавливаются на модули-носители, которые собираются в крейты стандарта «Евромеханика» формата 3U.

1.3.7.2 Крейты MIC или процессорное устройство MIRage-CPU устанавливаются в шкафы контроллеров. Типы и характеристики используемых шкафов определяются конкретными требованиями к системе и специфицируются при заказе.

В ПТК используются шкафовое оборудование фирмы «Rittal», соответствующее требованиям ГОСТ Р 51321.1-2000 и имеющее сертификат соответствия № РОСС DE.АЯ56.В15462.

Примеры компоновки шкафов и внешний вид крейтов приведены в Приложении В.

1.3.7.3 В шкафы MIC-контроллеров устанавливаются блоки полевых интерфейсов (БПИ), которые обеспечивают подключение кабелей от первичных датчиков к субмодулям УСО контроллера без промежуточных преобразователей. Модули серии MIRage могут устанавливаться как в шкаф контроллера, так и в специальные шкафы. Для подключения кабелей в БПИ используются безвинтовые подпружиненные клеммы типа «WAGO», нечувствительные к вибрации и не требующие обслуживания.

1.3.7.4 В типовых конфигурациях КП, в зависимости от информационного объема устройства, используются настенные шкафы одностороннего обслуживания со следующими габаритными размерами: 600х600х300 мм или 760х760х300 мм (см. Таблицу «Типовые конфигурации «ТОРНАДО-КП», гл. «Введение»).

1.3.7.5 Виды исполнения используемых шкафов: однодверные, с односторонним обслуживанием, с металлическими дверями, способ ввода внешних кабелей – снизу.

Возможны другие варианты конструктивного исполнения шкафов по желанию Заказчика.

1.3.7.6 Степень защиты от внешних воздействий, обеспечиваемая шкафами технологических контроллеров, от IP20 до IP65 по ГОСТ 14254.

1.3.7.7 На поверхности шкафов технологических контроллеров и их компонентов не должно быть вмятин, царапин, следов коррозии и других дефектов, ухудшающих внешний вид.

### **1.3.8 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) «ТОРНАДО-ТМ» состоит из базового ПО и прикладного ПО.

#### **1.3.8.1 Базовое программное обеспечение.**

В состав базового ПО контроллера входит операционная система реального времени Enhanced OS-9, разработанная фирмой Microware (США) для построения систем промышленной автоматизации, сетей реального времени, контрольно-измерительных приборов, телекоммуникации и других приложений.

Базовое программное обеспечение имеет полную лицензионную поддержку и поставляется вместе с контроллером.

#### **1.3.8.2 Прикладное программное обеспечение.**

В состав прикладного ПО контроллера входит программный модуль сбора информации и формирования команд, поддержки телемеханического протокола, web-сервер интерфейса КП. Функцией модуля поддержки телемеханического протокола является реализация алгоритма приема-выдачи информации.

Прикладное ПО контроллера также может включать драйвера интеллектуальных цифровых устройств, которые обеспечивают реализацию всех телемеханических функций для работы с ними.

Прикладное ПО поставляется вместе с контроллером.

При использовании КП в рамках функций телемеханики программирование не требуется.

Модернизация системного и прикладного программного обеспечения «ТОРНАДО-ТМ» производится специалистами компании производителя комплекса.

### **1.3.9 Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции гальванически развязанных цепей**

1.3.9.1 Изоляция гальванически развязанных электрических цепей относительно корпуса шкафа при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С и относительной влажности от 45 до 80 % должна выдерживать в течение 1 минуты испытательное напряжение переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц с действующим значением напряжения:

- для низковольтных (до 36 В) цепей контроллеров (все модули аналогового ввода, а также модули PB-DIN3T в комплекте с БПИ FDIN3) – 500 В;
- для цепей постоянного и переменного тока 220 В (модули PB-DIN3T в комплекте с БПИ FIN220I, модули серии MIRage) – 1500 В;
- для цепей питания постоянного и переменного тока 220В – 1500В.

1.3.9.2. Электрическое сопротивление изоляции между гальванически развязанными цепями и между этими цепями и корпусом шкафа должно быть не менее 20 МОм при температуре ( $20 \pm 5$ ) °С и относительной влажности от 45 до 80 %. Точки измерения сопротивления изоляции должны быть следующие:

- между выходными клеммами источника вторичного электропитания низковольтных (до 36 В) устройств контроллера и элементом заземления;
- между клеммами подключения высоковольтных сигналов (220 В) и общей точкой низковольтных цепей контроллера;
- между цепями ввода первичного электропитания (220 В) в шкаф контроллера;
- между каждой из цепей ввода первичного электропитания и элементом заземления.

### 1.3.10 Требования к электрическому питанию

Электрическое питание «ТОРНАДО-ТМ» должно осуществляться от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Электропитание «ТОРНАДО-ТМ» также может осуществляться от сети постоянного тока напряжением 220 В. В случае применения дублированных источников питания допускается независимое запитывание взаимодействующих источников от переменного и постоянного напряжения.

Допускаются отклонения электропитания:

- по напряжению - от минус 30% до плюс 15% от номинального значения;
- по частоте – от минус 10% до плюс 10% от номинального значения.

Устройства комплекса «ТОРНАДО-ТМ» могут комплектоваться резервным аккумулятором, обеспечивающим работу устройства в течении не менее 30 минут.

Система питания, а также аппаратно-программные решения всех узлов комплекса при перерывах питания любой длительности, а также при любом понижении напряжения питания ниже указанного предела, должны обеспечивать исключение следующих ложных действий:

- выдачи ложных команд ТУ;
- выдачи ложных сигналов на щит;
- передачи ложной информации по каналам связи;
- передачи ложной информации в ОИК или АСУ ТП;
- искажения конфигурационной информации;
- блокировки источников питания в выключенном состоянии.

### 1.3.11 Требования по стойкости к внешним воздействиям в рабочих условиях

1.3.11.1 По устойчивости к климатическим воздействиям «ТОРНАДО-ТМ» должен соответствовать исполнению УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150, но с диапазоном рабочих температур от -25 °С до +50 °С. В специальном исполнении шкафов со встроенной подсистемой поддержания заданной температуры внутри шкафа возможен расширенный диапазон рабочих температур от -40 °С до +50 °С.

1.3.11.2 Контроллеры и их компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», должны сохранять работоспособность при воздействии относительной влажности окружающего воздуха до 95% без конденсации влаги.

1.3.11.3 Шкафы контроллеров должны обеспечивать степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц от IP20 до IP65 по ГОСТ 14254.

1.3.11.4 «ТОРНАДО-ТМ» по устойчивости к электромагнитным помехам удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 51522-99, ГОСТ Р 51318.24 Р.8 с критерием качества функционирования А и ГОСТ Р 51317.6.5 для электростанций и электрических подстанций среднего и высокого (не менее 36,5 кВ) напряжения с воздушной и газовой изоляцией.

1.3.11.5 «ТОРНАДО-ТМ» по уровням создаваемых электромагнитных помех удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 51522-99 для оборудования класса А.

### 1.3.12 Требования по прочности к внешним воздействиям в транспортной таре

1.3.12.1 Контроллеры и их компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре должны выдерживать воздействие температуры окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 85°C.

1.3.12.2 Контроллеры и его компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре должны выдерживать воздействие относительной влажности окружающего воздуха 95% при температуре плюс 35°C (без конденсации влаги).

1.3.12.3 Контроллеры и его компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре должны выдерживать воздействие механико-динамических нагрузок по ГОСТ 12997, действующих в направлении, обозначенном на таре манипуляционным знаком по ГОСТ 14192 «Верх, не кантовать», а именно вибрации по группе N2.

### 1.3.13 Требования по надежности

1.3.13.1 Среднее время наработки на отказ контроллеров, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ», с учетом технического обслуживания, регламентированного инструкцией по эксплуатации, должно составлять не менее 50 000 часов.

1.3.13.2 Среднее время восстановления работоспособного состояния контроллеров, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ», должно быть не более 1 часа.

1.3.13.3 Средний срок службы контроллеров, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ», должен быть не менее 10 лет.

1.3.13.4 Значение коэффициента готовности «ТОРНАДО-ТМ» должно быть не менее 0,996.

1.3.13.5 Одинокое повреждение любого элемента (кроме выходных) не должно вызывать ложной команды ТУ.

1.3.13.6 Каждый процессор комплекса должен быть снабжен сторожевым таймером.

### 1.3.14 Требования к быстродействию

Требования к быстродействию «ТОРНАДО-ТМ» приведены в таблице 1.11

Таблица 1.11.

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Скорость приема и передачи данных (на каналобразующую аппаратуру)	от 50 до 38400 бит/с
2	Время выдачи команды управления на исполнительный орган (время от момента получения команды на уровне КП до выдачи ее на исполнительный орган)	не более 1-2 с
3	Точность привязки событий к единому (астрономическому времени);	не хуже 1 мс
4	Время запаздывания передачи ТИ и ТС при передаче телеинформа-	

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
	ции в диспетчерские центры управления (время запаздывания определяется как время между появлением события и передачей его в каналообразующую аппаратуру на подстанции)	не более 1 с
5	Точность синхронизации всех устройств нижнего уровня	не хуже 1 мс
6	Скорость обмена данными по внутренней сети RS-485	до 38400 бит/с

## 1.4 Комплектность

Комплект поставки должен содержать:

- оборудование:

- шкаф контроллера телемеханики на базе MIC-контроллера или процессорного модуля серии MIRage;

- шкаф (шкафы) телеуправления, телеизмерений и телесигнализации на базе модулей распределенного ввода/вывода серии MIRage при наличии соответствующих каналов телемеханики.

Комплектность поставляемого оборудования определяется «Спецификацией на технические средства «ТОРНАДО-ТМ»» либо по спецификации заказа.

- документацию:

- комплект эксплуатационной документации в соответствии с «Ведомостью эксплуатационных документов»;

- методики поверки (калибровки) измерительных каналов и измерительных модулей, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ».

## 1.5 Маркировка

1.5.1 Маркировка элементов «ТОРНАДО-ТМ» должна соответствовать требованиям ГОСТ 22261, ГОСТ 26828 и конструкторской документации предприятия-изготовителя.

1.5.2 Маркировке на предприятии-изготовителе «ТОРНАДО-ТМ» подлежат следующие компоненты:

- шкафы технологических контроллеров;
- модули-носители;
- блоки полевых интерфейсов;
- внутришкафные кабели;
- клеммники.

1.5.3 Содержание маркировки элементов «ТОРНАДО-ТМ» должно быть следующим:

- на шкафах технологических контроллеров – логотип предприятия-изготовителя «ТОРНАДО-ТМ», код KKS контроллера и номер шкафа, знак соответствия.

- на модулях-носителях - код KKS модуля и номер позиции модуля в крейте;

- на блоках полевых интерфейсов - код KKS БПИ, содержащий информацию о положении БПИ в шкафу контроллера;
- на внутришкафных кабелях - номер кабеля в соответствии с таблицей кабельных соединений;
- на клеммниках - код KKS клеммника и номера клемм.

Клеммы, предназначенные для проводов защитного заземления маркируются стандартным знаком заземления по ГОСТ Р МЭК 60950-2002.

1.5.4 Вид, место и способ нанесения маркировки на элементы «ТОРНАДО-ТМ» должны соответствовать конструкторской документации.

1.5.5 Маркировка транспортной тары технологических контроллеров и их элементов, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ», должна соответствовать ГОСТ 14192 и комплекту конструкторской документации.

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Технические средства «ТОРНАДО-ТМ» должны быть упакованы в соответствии с комплектом поставки.

1.6.2 Упаковка должна соответствовать требованиям, ГОСТ 12997, ГОСТ 23170 и обеспечивать сохранность технических средств «ТОРНАДО-ТМ» при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании в закрытых транспортных средствах, необходимую защиту от воздействия внешних факторов, а также при хранении у поставщика и потребителя в складских условиях в пределах гарантийного срока хранения.

1.6.3 Способ упаковки, подготовка к упаковке, материалы, применяемые при упаковке, порядок размещения должны соответствовать нормативно-техническим документам предприятия-изготовителя «ТОРНАДО-ТМ».

1.6.4 Технические средства «ТОРНАДО-ТМ» следует упаковывать в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15°C до плюс 40°C, относительной влажности воздуха до 80% и при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.6.5 Упаковка технических средств «ТОРНАДО-ТМ» должна гарантировать их защиту от проникания атмосферных осадков и аэрозолей, брызг воды, пыли, песка, солнечной ультрафиолетовой радиации и ограничения проникновения водяных паров и газов (категория КУ-3 по ГОСТ 23170).

1.6.6 Шкафы технологических контроллеров в сборе (с установленными модулями-носителями, блоками полевых интерфейсов) упаковываются в упаковку предприятия-изготовителя шкафного оборудования, а затем в транспортную тару по ГОСТ 24634.

1.6.7 Кабельное оборудование для транспортирования должны демонтироваться и упаковываться отдельно.



1.6.8 При упаковке технических средств «ТОРНАДО-ТМ» предприятием-изготовителем должен быть составлен упаковочный лист, один экземпляр которого вкладывают внутрь тары.

Упаковочный лист должен содержать следующие сведения:

- номер упаковочного листа;
- наименование и код упакованного технического средства;
- дату упаковки;
- вид транспортной тары;
- номер места и количество мест;
- масса брутто/нетто и габаритные размеры, объем грузового места;
- место нахождения технической документации.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При эксплуатации ПТК необходимо соблюдать «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» (ПОТ Р М-016-2001(РД 153-34.0-03.150-00)).

2.2 По способу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током технические средства ПТК (нижнего и верхнего уровня) соответствуют классу I по ГОСТ Р МЭК 536—94 (раздел 2.5 «Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током»).

2.3 По безопасности «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям следующих нормативных документов: ГОСТ Р МЭК 870-4-93, ГОСТ Р 51350-99.

2.4 В шкафу должна быть установлена медная шина сечением не менее 75 мм<sup>2</sup> для присоединения к РЕ-проводнику системы TN<sub>S</sub> для дополнительного уравнивания потенциалов (ПУЭ 7 изд., п.п. 1.7.83, 1.7.136). Это присоединение осуществляется медным проводником сечением не менее 6 мм<sup>2</sup> (ПУЭ 7 изд., п. 137). К шине должны быть присоединены все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части шкафа.

2.5 Сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью, которая может оказаться под напряжением более 50 В, не должно превышать 0,5 Ом.

2.6 Изоляция электрических гальванически разделенных цепей питания и входных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» между собой и корпусом шкафа должна выдерживать в течение 1 минуты действие испытательного напряжения переменного тока сети электроснабжения общего назначения с эффективным значением, равным 500 В (при номинальном напряжении цепи до 36 В), 1500 В (при номинальном напряжении цепи от 36 до 220 В) в рабочих условиях применения.

2.7 Минимально допускаемое электрическое сопротивление изоляции гальванически разделенных цепей питания и входных/выходных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» между собой и корпусом шкафа должно соответствовать следующим значениям:

- 20 МОм – в нормальных условиях;
- 10 МОм – при верхних значениях рабочего диапазона температур;
- 2 МОм – при верхнем значении относительной влажности.

2.8 Предупреждающие надписи и знаки должны быть четкими и не стираемыми.

2.9 Источники вторичного электропитания технологических контроллеров должны иметь световую индикацию включения напряжения питания.

2.10 Все внешние части изделий, находящиеся под напряжением, превышающим 36 В по отношению к корпусу, должны быть защищены от случайных прикосновений к ним во время работы.

2.11 Общие требования пожарной безопасности обеспечиваются путем использования негорючих материалов для изготовления корпусов технических средств «ТОРНАДО-ТМ» и наличием защиты электропитания от коротких замыканий.

### 3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

#### 3.1 Общие требования

3.1.1 Правила приемки и виды испытаний «ТОРНАДО-ТМ» должны соответствовать ГОСТ 12997, ГОСТ 15.005, ГОСТ 8.001, ГОСТ 8.326, ПР50.2.009.

3.1.2 «ТОРНАДО-ТМ» должен подвергаться следующим категориям испытаний:

- приемочным;
- периодическим;
- сертификационным.

Соответствие показателей надежности «ТОРНАДО-ТМ» требованиям ТУ оценивается статистическим методом по данным, собранным в процессе эксплуатации.

3.1.3 Испытательное оборудование, стенды, применяемые при испытаниях должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ Р8.568, а средства измерений должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006. Предприятие-изготовитель должно обеспечить правильность выполнения измерений и применения средств измерений и испытаний.

#### 3.2 Приемочные и периодические испытания

Объем и последовательность проведения приемочных и периодических испытаний должны соответствовать таблице 3.1.

Периодические испытания проводятся не реже одного раза в три года для одного образца устройства каждого исполнения, выдержавшего приёмочные испытания.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта		Вид испытаний	
		технических требований	испытаний	приемочные	периодические
1	Проверка соответствия конструкторской документации	1.1.1	4.2	+	+
2	Проверка комплектности, маркировки, упаковки	1.4, 1.5, 1.6	4.2	+	+
3	Проверка пределов основной приведенной погрешности измерения	1.3.4.2 1.3.4.4	4.5	+	+
4	Проверка диапазонов измерения измерительных каналов	1.3.4.2 1.3.4.4	4.5	+	+
5	Проверка перегрузки по измерительному входу	1.3.4.3	4.6	+	+
6	Проверка воспринимаемости дискретных сигналов, представленных изменением уровня напряжения	1.3.5.2	4.7	+	+
7	Проверка формирования дискретных сигналов, представленных изменением активного сопротивления	1.3.5.3	4.8	+	+

№ п/п	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта		Вид испытаний	
		технических требований	испытаний	приемочные	периодические
8	Проверка на отсутствие самопроизвольного формирования дискретных сигналов	1.3.5.3	4.9	+	+
9	Проверка времени сохранения информации в энергонезависимой памяти	1.3.3.5	4.3	-	+
10	Проверка габаритных размеров	1.3.7.4	4.4	-	+
11	Оценка показателей надежности	1.3.13	4.10	-	-
12	Испытание на воздействие повышенного (пониженного) напряжения питания, соответствующего рабочим условиям	1.3.10	4.11	-	+
13	Испытание на теплоустойчивость и теплопрочность	1.3.11.1, 1.3.12.1	4.12	-	+
14	Испытание на холодоустойчивость и холодопрочность	1.3.11.1, 1.3.12.1	4.13	-	+
15	Испытание механического арбитра резервированной ЦППС	1.3.1.2	4.14	+	+
16	Испытание блока коммутации FTPU-SW ЦППС	1.3.2	4.15	+	+
17	Испытание дублированной сети RS-485	1.3.6	4.16	+	+
18	Проверка требований безопасности:				
	- элемента для заземления и знака защитного заземления;	2.4	4.18	+	+
	- электрическое сопротивление изоляции цепей питания;	2.7	4.17	+	+
	- предупреждающих надписей и знаков;	2.8	4.18	+	+
	- световой индикации включения напряжения питания;	2.9	4.18	+	+

**Примечания:**

1. В графах записывается: + (плюс), если испытание должно проводиться, - (минус), если проведения испытаний не требуется.

2. Последовательность испытаний может быть изменена.

**3.3 Сертификационные испытания**

Испытания с целью добровольной сертификации проводятся по отдельным, специально разработанным программам и методикам.

## 4 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

### 4.1 Условия проведения испытаний

4.1.1 Все испытания, кроме особо оговоренных, проводят в следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха (30 – 80) % при указанной температуре;
- атмосферное давление (84 – 106,7) кПа.

4.1.2 Электрическое питание «ТОРНАДО-ТМ» осуществляется напряжением переменного тока 220В с допустимыми отклонениями от минус 30 до плюс 15 % от номинального значения и частотой ( $50 \pm 5$ ) Гц и постоянным напряжением 220 В с допустимым отклонением от минус 30 до плюс 15 % от номинального напряжения.

4.1.3 Все испытания, кроме особо оговоренных, проводят в отсутствии внешних электрических, магнитных (кроме земного) полей, механических колебаний и ударов.

4.1.4 При последовательном проведении испытаний на воздействие различных внешних факторов допускается начальные проверки характеристик «ТОРНАДО-ТМ» не проводить, считая началом испытаний заключительные проверки при предшествующих испытаниях.

4.1.5 Скорость изменения температуры в процессе климатических испытаний не должна быть более 1,0 °С/мин.

4.1.6 При испытании «ТОРНАДО-ТМ» на устойчивость к внешнему воздействию фактору значение этого фактора устанавливают в соответствии с требованиями настоящих технических условий, при этом остальные воздействующие факторы должны быть в пределах нормальных условий проведения испытаний.

4.1.7 Перечень оборудования и приборов для испытаний приведен в Приложении Б.

4.2 Проверка соответствия «ТОРНАДО-ТМ» технической документации, требованиям настоящих ТУ по комплектности, упаковке и маркировке.

Проверку соответствия «ТОРНАДО-ТМ» технической документации, маркировке и упаковке (1.1.1, 1.5, 1.6) проводят внешним осмотром и сличением с требованиями конструкторской документации. Комплектность поставки (1.4) проверяют сравнением с составом, указанным в карте заказа и/или в договоре на поставку. Состав и оформление эксплуатационной документации проверяют на соответствие требованиям ГОСТ 2.601.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям 1.1.1, 1.5, 1.6 и ГОСТ 2.601, а комплектность соответствует 1.4, карте заказа и/или договору на поставку.

4.3 Для проверки срока сохранения информации в энергонезависимом ОЗУ при отключении первичного электропитания (1.3.3.5) в энергонезависимые ОЗУ контроллеров записывается тестовый файл. Объем тестового файла должен быть не менее 90% объема

энергонезависимого ОЗУ. Затем снимается электропитание с модулей центрального процессора (ЦП). По истечении 168 часов вновь подается электропитание на модули ЦП, считывается тестовый файл и сравнивается с исходным.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если данные, записанные до отключения электропитания контроллеров, совпадают с данными, считанными после его включения.

4.4 Проверку габаритных размеров шкафов технологических контроллеров (1.3.7.4) проводят металлической линейкой по ГОСТ 427.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если отклонения от габаритных размеров, указанных в 1.3.7.4 находятся в пределах  $\pm 1$  мм.

4.5 Проверку параметров измерительных каналов «ТОРНАДО-ТМ» (1.3.4.2, 1.3.4.4), а именно: диапазонов измерения и пределов основной приведенной погрешности измерения проводят с помощью программы «АРМ метролога» по инструкции, изложенной в документе «Комплексы программно-технические «TORNADO» («ТОРНАДО»). Комплексы телемеханики «ТОРНАДО-ТМ». Измерительные каналы. Методика поверки и калибровки. 4252-001-50756329-05 ПМ».

Результаты проверки считают положительными, если в указанных диапазонах измерения каналов основная приведенная погрешность не превышает значений, представленных в таблицах 1.6, 1.7.

4.6 Проверку возможности выдержать перегрузку по измерительному каналу (1.3.4.3) проводят подачей на вход канала в течение 10 с величин напряжения/тока, указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Диапазон измерения	Значение напряжения/тока	Примечание
-20 – 20 мА	30 мА	Для submodule и модулей измерения силы тока
-10 – 10 В	30 В	Для submodule и модулей измерения напряжения

Затем по методике 4.5 проверяют метрологические характеристики каналов тестируемых модулей.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если после подачи на вход каналов в течение 10 с величин напряжения/тока, указанных в таблице 4.1, основная приведенная погрешность этих каналов не превышает значений, представленных в таблице 1.6.

4.7 Для проверки воспринимаемости дискретных сигналов, представленных изменением напряжения постоянного и переменного тока (1.3.5.2), собирается схема, состоящая из лабораторного автотрансформатора (ЛАТРа), параллельно с ним включенного цифрового вольтметра и тестируемого модуля ввода дискретных сигналов. ЛАТР подключается к цепи первичного электропитания 220 В. На один из каналов тестируемого модуля через ЛАТР по-

дается напряжение. При плавном изменении напряжения сигнала ЛАТРа с помощью тестовой программы на АРМе верхнего уровня фиксируются моменты срабатывания (появления или пропадания сигнала). В эти моменты с помощью цифрового вольтметра контролируется напряжение сигнала. Проверку повторяют для всех каналов тестируемого модуля.

Результаты проверки считаются положительными, если значения напряжений в моменты появления сигнала лежат в пределах, соответствующих логической «1», а значения напряжений в моменты пропадания сигнала лежат в пределах, соответствующих логическому «0» для данного модуля (таблица 1.9).

4.8 Проверку формирования дискретных сигналов (1.3.5.3) проводят с помощью тестовой программы на АРМе верхнего уровня, формирующей команду, которая должна реализоваться в появлении сигнала на выходе тестируемого канала.

Формирование дискретных сигналов, представленных изменением активного сопротивления (модуль MIRage-FDO16-TM, MIRage-FDO32), проверяют с помощью источника напряжения 220/24 В, нагрузки 500/24 Ом, включенной последовательно через ключ дискретного выхода, и мультиметра цифрового МУ-63 в режиме измерения напряжения на выходе ключа.

Результаты проверки считаются положительными, если при отсутствии сигнала (состояние логического «0») измеренное значение напряжения составляет 220/24 В, а при наличии сигнала (состояние логической «1») измеренное значение напряжения составляет не более 10/1,4 В.

Испытания повторяют для всех каналов тестируемого модуля.

4.9 Проверка шкафов телеуправления на самопроизвольное формирование команд ТУ выполняется при подключенных модуле проверки команд телеуправления и триггерной ловушки. Триггерная ловушка представляет собой RS-триггер, на вход Set которого подается сигнал, коммутируемый контактами всех 40 реле шкафа. Контакты всех реле соединены параллельно. В случае кратковременного срабатывания хотя бы одного из реле триггер срабатывает и включает светодиод индикации на неограниченное время.

Проверки для режима штатного включения и выключения производится путем автоматической поочередной подачи команд на включение и выключение в течение суток, с интервалом примерно в 1 сек. После этого проверяется состояние триггерной ловушки.

Для проверки режима обрыва кабелей несколько раз подряд вручную отсоединяются кабели питания и связи КП-БТУ, после чего проверяется состояние триггерной ловушки.

4.10 Оценку времени наработки на отказ и коэффициента готовности «ТОРНАДО-ТМ» проводят статистическим методом путем сбора статистических данных, полученных из условий эксплуатации системы.

При эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ» следует вести журнал, в котором фиксировать:

- сведения о наработке;
- моменты возникновения и характер отказов элементов «ТОРНАДО-ТМ»;
- внешнее проявление отказов;



- результаты анализа отказов составных частей;
- меры, принятые для продолжения работы или восстановления работоспособного состояния «ТОРНАДО-ТМ»;
- время простоя, связанное с ожиданием, обнаружением и устранением причины отказа;
- оперативное время, затрачиваемое на восстановление работоспособного состояния ПТК после отказа;
- расход элементов ЗИП.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если расчетные значения показателей надежности соответствуют требованиям 1.3.13.

4.11 Испытания «ТОРНАДО-ТМ» при изменении напряжения первичного электропитания (1.3.10) проводят при трех следующих значениях напряжения питания:

- номинальном ( $220 \pm 2$ ) В;
- верхнем ( $253 \pm 1$ ) В;
- нижнем ( $155 \pm 1$ ) В.

Проверяемые при данном испытании характеристики приведены в таблице 4.2.

Проверка на колебания частоты не производится.

Таблица 4.2

Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта	
	технических требований	методов испытаний
Проверка предела основной приведенной погрешности измерения	1.3.4.2	4.5
Проверка воспринимаемости дискретных сигналов, представленных уровнями напряжения постоянного и переменного тока	1.3.5.2	4.7
Проверка формирования дискретных сигналов, представленных уровнями напряжения постоянного и переменного тока	1.3.5.3	4.8

4.12 Испытание «ТОРНАДО-ТМ» на теплоустойчивость и теплопрочность (1.3.11.1, 1.3.12.1) проводят по ГОСТ 22261.

4.12.1 Включают камеру тепла и устанавливают в ней нормальные условия испытаний (4.1).

4.12.2 Элементы «ТОРНАДО-ТМ» (крейт или контроллер MIRageCPU с модулями УСО всех указанных в настоящих ТУ типов) помещают в камеру тепла и проверяют характеристики, приведенные в таблице 4.2.

4.12.3 При включенном оборудовании («ТОРНАДО-ТМ») температуру в камере повышают до верхнего значения температуры рабочего диапазона ( $70^{\circ}\text{C}$ ) и выдерживают его с погрешностью не более  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  в течение 2 часов.

4.12.4 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

4.12.5 «ТОРНАДО-ТМ» выключают, температуру в камере повышают до верхнего значения температуры транспортирования и хранения ( $85^{\circ}\text{C}$ ) и выдерживают его с погрешностью не более  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  в течение 2 часов.

4.12.6 Камеру выключают, «ТОРНАДО-ТМ» извлекают из камеры и проверяют электрическое сопротивление изоляции на соответствие требованиям 1.3.9.2 согласно методике 4.7.

4.12.7 По окончании проверки сопротивления изоляции выдерживают «ТОРНАДО-ТМ» в нормальных условиях испытаний в течение 2 часов.

4.12.8 По истечении 2 часов выдержки в нормальных условиях испытаний проверяют характеристики, указанные в таблице 4.1.

4.12.9 Результаты проверки считают удовлетворительными, если во время и после испытаний выполняются требования, установленные в таблице 4.1.

Примечания. Допускается испытания на теплоустойчивость и теплопрочность проводить отдельно.

4.13 Испытания «ТОРНАДО-ТМ» на холодоустойчивость и холодопрочность (1.3.11.1, 1.3.12.1) проводят по ГОСТ 22261.

4.13.1 Включают камеру холода и устанавливают в ней нормальные условия испытаний (4.1).

4.13.2 Элементы «ТОРНАДО-ТМ» (крейт с модулями УСО всех указанных в настоящих ТУ типов) помещают в камеру холода и проверяют характеристики, приведенные в таблице 4.2.

4.13.3 При включенном оборудовании («ТОРНАДО-ТМ») температуру в камере понижают до нижнего значения температуры рабочего диапазона (минус 25°C) и выдерживают его с погрешностью не более  $\pm 3^\circ\text{C}$  в течение 2 часов.

4.13.4 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

4.13.5 «ТОРНАДО-ТМ» выключают, температуру в камере понижают до нижнего значения температуры транспортирования и хранения (минус 50°C) и выдерживают его с погрешностью не более  $\pm 3^\circ\text{C}$  в течение 2 часов.

4.13.6 Камеру выключают, «ТОРНАДО-ТМ» извлекают из камеры и выдерживают «ТОРНАДО-ТМ» в нормальных условиях испытаний в течение 2 часов.

4.13.7 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

4.13.8 Результаты проверки считают удовлетворительными, если во время и после испытаний выполняются требования, установленные в таблице 4.2.

Примечание. Допускается испытания на холодоустойчивость и холодопрочность проводить отдельно.

4.14 Для определения правильности функционирования механического арбитра резервированной ЦППС собирается комплекс в составе КП с двумя независимыми линиями связи, резервированной ЦППС и АРМ с установленным ПО ОИУК. Две линии связи от КП подключаются к одному и тому же или разным блокам TFTP-U. После включения комплекса проверяется обмен информацией между КП и первым активным комплектом ЦППС, выдача команд телеуправления. Проверка выполняется с помощью ПО ОИУК. Затем необходимо

перевести механический арбитр во второе положения, при котором становится активным второй комплект ЦППС. Проводится аналогичная проверка обмена информации.

Результаты проверки считаются положительными в случае реализации обмена информацией по ТИТ, ТС и команд ТУ между ПО ОИУК, ЦППС и КП при первом и втором положении ключа.

4.15 Для определения правильности функционирования блока коммутации FTPTU-SW собирается комплекс в составе КП с двумя независимыми линиями связи, резервированной ЦППС и АРМ с установленным ПО ОИУК. Две линии связи от КП подключаются к одному и тому же блоку FTPTU. На блоке коммутации переключателями устанавливаются различные конфигурации коммутации, после чего проводится проверка, аналогичная пункту 4.15.

4.16 Для проверки функционирования дублированной сети связи основного шкафа КП с со шкафами БТИ, БТС и БТУ собирается комплекс в составе основного шкафа КП, шкафов БТИ, БТС и БТУ, ЦППС и АРМ с установленным ПО ОИУК. Шкафы КП, БТИ, БТС и БТУ объединяются дублированной сетью RS-485. При этом на стороне КП две сети RS-485 могут подключаться как к одному, так и к двум блокам полевых интерфейсов TF485. Проверка функционирования комплекса проводится аналогично 4.15. При проверке необходимо физически разрывать любую из сетей RS-485, при этом функциональность комплекса должна реализовываться в полном объеме.

4.17 Измерение электрического сопротивления изоляции (1.3.9.2) и проверку гальванического разделения цепей проводят напряжением постоянного тока с помощью мегомметра. Значения испытательного напряжения выбираются в соответствии с требованиями ГОСТ 12997: для цепей контроллеров до 36 В это значение составляет 500 В, а для цепей постоянного и переменного тока 220 В – 1500 В. Отсчет показаний проводят по истечении 1 мин после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания мегомметра практически установятся. Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее значения, указанного в 1.3.9.2. Испытания проводят при обесточенных контроллерах.

#### 4.18 Проверка требований безопасности

Проверку требований безопасности (2.4, 2.8, 2.9,2.10) проводят визуальным осмотром шкафов контроллеров и сличением с требованиями нормативной и конструкторской документации. Требования 2.7 на устойчивость к стиранию надписей и знаков проверяют по ГОСТ 26104 без использования органических растворителей.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если выполняются требования 2.4, 2.8, 2.9,2.10.

## **5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

### **5.1. Условия транспортирования**

5.1.1 При транспортировании упакованных в соответствии с 1.6 технических средств «ТОРНАДО-ТМ» должны соблюдаться условия в части воздействия механических факторов по ГОСТ 23170, со следующими ограничениями:

- не допускается перевозка в неотапливаемых и негерметизированных отсеках самолетов;
- исключается транспортирование в открытых транспортных средствах.

5.1.2 Транспортирование речным и морским видами транспорта должны быть оговорены потребителем при заказе «ТОРНАДО-ТМ». Транспортирование «ТОРНАДО-ТМ» водным транспортом должно осуществляться в трюмах судов.

5.1.3 При транспортировании должны соблюдаться правила перевозок, действующие на каждом виде транспорта.

5.1.4 Размещение и крепление в транспортном средстве упакованных частей «ТОРНАДО-ТМ» должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

5.1.5 Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать требованиям 1.3.12.

### **5.2 Условия хранения**

5.2.1 Условия хранения «ТОРНАДО-ТМ» в упаковке предприятия-изготовителя у поставщика и потребителя должны соответствовать категории 2 по ГОСТ 15150.

5.2.2 Гарантийный срок хранения 6 месяцев (началом исчисления срока считать дату упаковки «ТОРНАДО-ТМ»).

## 6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1 Наладка, ввод в эксплуатацию и гарантийное обслуживание «ТОРНАДО-ТМ» осуществляются специалистами предприятия-изготовителя согласно договорам, заключенным с предприятиями-потребителями, а также специалистами, аттестованными на выполнение соответствующих работ на предприятии-потребителе.

6.2 Перед включением «ТОРНАДО-ТМ» после транспортирования при температуре окружающей среды ниже 0 °С необходимо выдержать их в упаковке не менее 6 ч в помещении, в котором они будут эксплуатироваться.

6.3 При эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ» специалисты предприятия-потребителя должны выполнять требования и правила, установленные в эксплуатационной документации.

6.4 «ТОРНАДО-ТМ» должен устанавливаться в местах, где отсутствует вероятность образования взрывоопасных смесей.

6.5 Помещение, где устанавливаются шкафы контроллеров, должно располагаться в здании не ниже II степени огнестойкости и отделяться от помещения другого назначения стенами с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

6.6 Для тушения пожара в помещении необходимо предусмотреть автоматическое газовое объемное пожаротушение или оборудовать помещение ручными переносными углекислотными огнетушителями.

## **7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие «ТОРНАДО-ТМ» требованиям настоящих ТУ при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, указанных в настоящих ТУ, а также при условии обслуживания «ТОРНАДО-ТМ» персоналом, прошедшим специальную подготовку для работы с «ТОРНАДО-ТМ».

7.2 Гарантийный срок эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ» исчисляется со дня ввода «ТОРНАДО-ТМ» в опытную эксплуатацию и составляет 18 месяцев, но не более 24 месяцев с даты отгрузки. Гарантийный срок хранения исчисляется с момента изготовления «ТОРНАДО-ТМ» и составляет 6 месяцев.

7.3 Изготовитель рассматривает претензии к работе «ТОРНАДО-ТМ» при наличии на него формуляра. В случае утери формуляра претензии к работе «ТОРНАДО-ТМ» не принимаются.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих ТУ**

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта ТУ
ГОСТ 12997-84	Изделия ГСП. Общие технические условия	Введение, 1.1.1, 1.6.2, 1.3.12.3, 3.1.1, 4.8
ГОСТ 26.205-88	Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия.	Введение, 1.1.1, 1.6.2, 1.3.12.3, 3.1.1, 4.8
ГОСТ Р МЭК 870-1-1-93	Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 1. Общие принципы.	Введение, 1.1.1, 1.3, 4
ГОСТ Р МЭК 870-1-2-95	Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 2. Руководство по разработке технических требований	Введение, 1.1.1, 1.3, 4
ГОСТ Р МЭК 870-4-93	Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования	Введение, 1.1.1, 1.3, 4
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	Введение, 5.2.1
ГОСТ 14254-96	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)	1.3.11.3
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия	Введение, 1.1.1, 1.5.1, 4.12, 4.13
ГОСТ Р 8.596-2002	ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения	1.1.2
ГОСТ 6651-94	Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний	1.3.4.4
ГОСТ Р 51321.1-2000	Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний	1.3.7.2
ГОСТ 23170-78	Упаковка для изделий машиностроения	1.6.2, 1.6.5, 5.1.1
ГОСТ 26828-86	Изделия машиностроения и приборостроения. Маркировка	1.5.1
ГОСТ 26104-89	Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний	1.5.3, 4.17, 2.3
ПУЭ 7 издание	Правила устройств электроустановок	1.5.3, 2.4, 2.5
ГОСТ Р МЭК 60950-2002	Безопасность оборудования информационных технологий	1.5.3, 2.4
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов	1.3.12.3, 1.5.5
ГОСТ 24634-81	Ящики деревянные для продукции, поставляемой для экспорта. Общие технические условия	1.6.6
ГОСТ 15.005-86	Система разработки и постановки продукции на производство. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации	3.1.1
ГОСТ 8.001-80	ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений	3.1.1, 3.3.1
ГОСТ 8.326-89	ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений	3.1.1
ПР50.2.009-94	Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений	3.1.1, 3.3.1
ГОСТ Р 8.568-97	ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Общие положения	3.1.4
ПР 50.2.006-94	Порядок проведения поверки средств измерения	3.1.4
РД 50-690-89	Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным	4.15

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта ТУ
ГОСТ 2.601-95	ЕСКД. Эксплуатационные документы	4.2
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия	4.4
50756329.422212 6 ХХ.001	Комплект конструкторской документации на «ТОРНАДО-ТМ»	Введение, 1.1.1
4252-001-50756329-05 ПМ	Комплексы программно-технические «TORNADO» («ТОРНАДО»). Комплексы телемеханики «ТОРНАДО-ТМ». Измерительные каналы. Методика поверки и калибровки	4.5
ГОСТ Р МЭК 870-4-93	Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования	Ведение, 2.3
ГОСТ Р 51350-99	Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования	Ведение, 2.3
ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок	2.1
ГОСТ Р МЭК 536—94	Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током	2.2
ГОСТ Р 50571.21-2000	Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Раздел 548. Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации	2.4
ГОСТ Р 50571.3-94	Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током	2.4
ГОСТ Р 51522-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний	Ведение, 1.3.11
ГОСТ Р 51317.6.5-2006	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний.	Ведение
ГОСТ Р 51318.22-2006	Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений.	1.3.11.5
ГОСТ Р 51318.24-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость оборудования информационных технологий к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний.	1.3.11.4

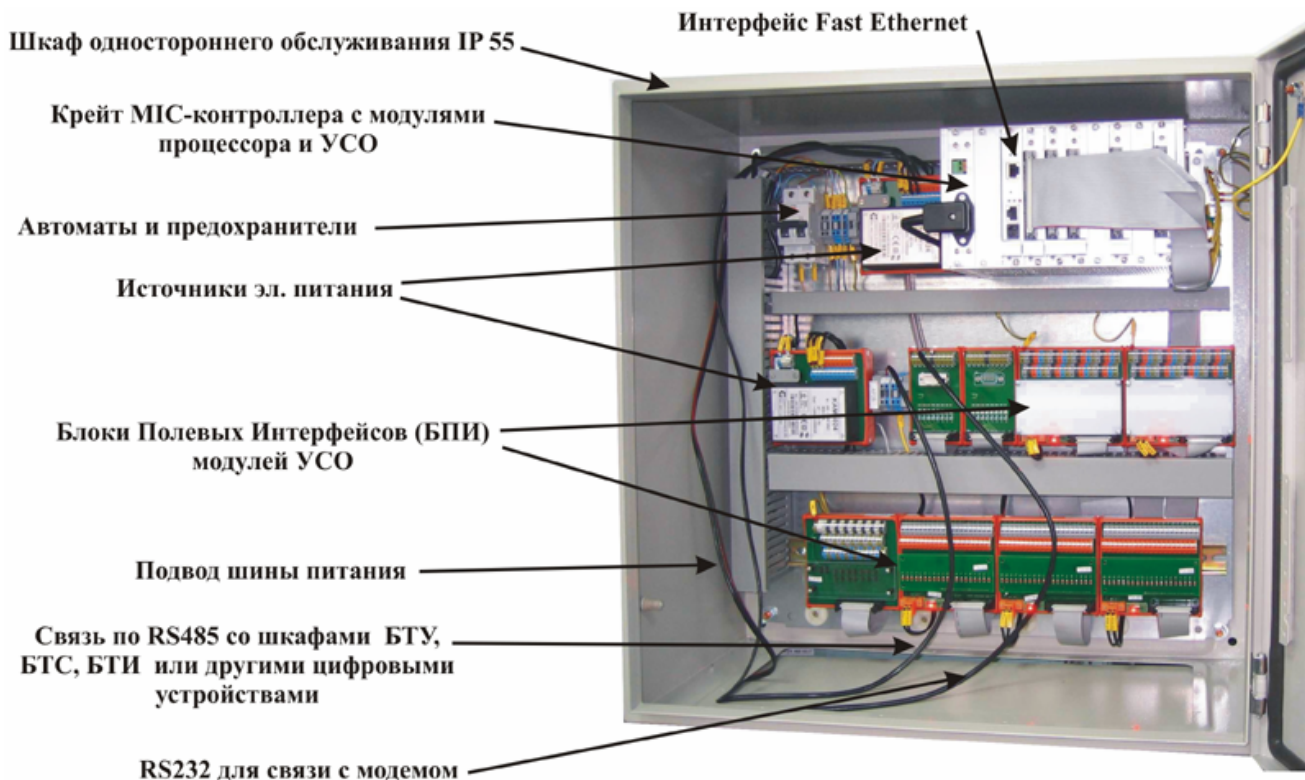


### ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Перечень оборудования и приборов для испытаний

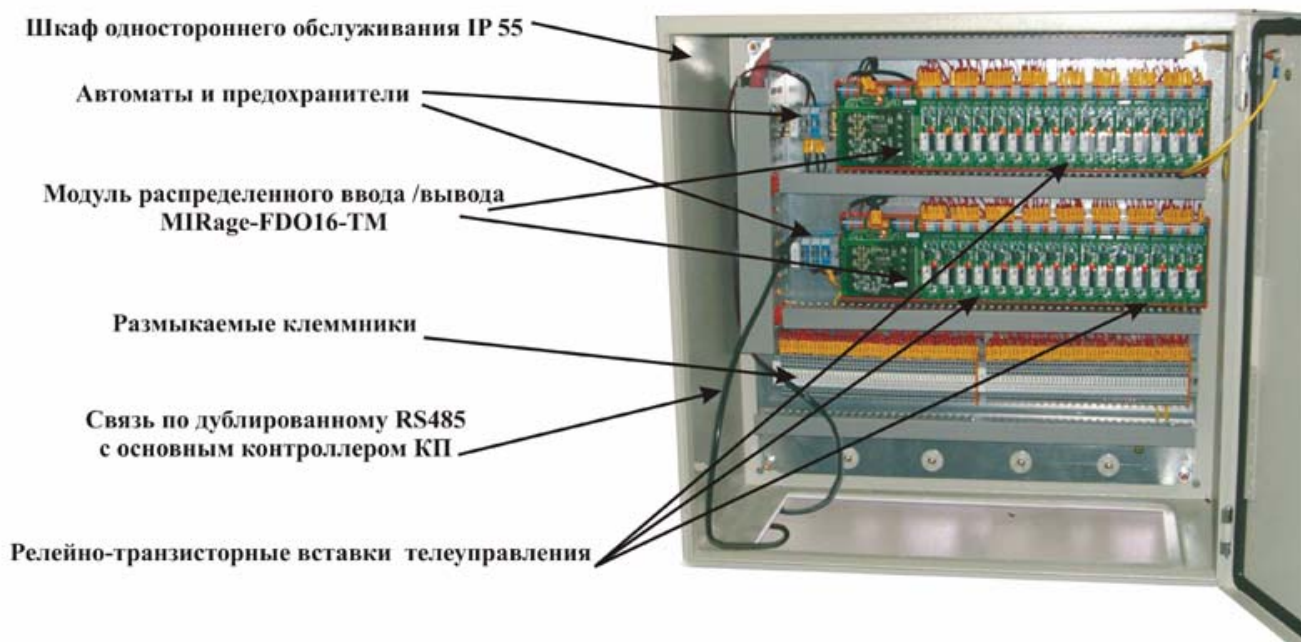
Наименование СИ	Тип СИ или обозначение по ТУ	Требуемые основные технические характеристики СИ	Пункт методики испытаний
Калибратор-измеритель стандартных сигналов	КИСС-03	Диапазон измерения тока 0-20 мА, измерения напряжения 0-200 мВ, 0-10 В, класс точности при измерении и генерации тока и напряжения 0,05	4.5, 4.6, 4.18, 4.11, 4.12, 4.13
Мегомметр	М4100/4	Класс точности 1,0	4.5, 4.17, 4.14
Магазин сопротивления	Р4831	Диапазон измерения 111111,1 Ом, класс точности 0,02	4.5, 4.18, 4.11, 4.12, 4.13
Гигрометр психрометрический	ВИТ-1	Диапазон измерения относительной влажности от 20 до 90%, температуры от 0 до 25°C	4.5, 4.18
Лабораторный автотрансформатор	АОСН –2-200-82	Выходное напряжение от 170 до 265 В, выходной ток 1 А, рабочая частота 50 Гц	4.7, 4.18
Вольтметр цифровой	Щ 304-1	Диапазон измерения от 0 до 10 В, класс точности 0,015	4.5
Амперметр	Э525	Диапазон измерения переменного тока от 0,05 до 0,3 А с частотой 50 Гц, класс точности 0,5	4.5
ПЭВМ	IBM PC	ОЗУ – 16 Мб, HDD – 850 Мб	4.3, 4.6, 4.7, 4.8, 4.18, 4.11, 4.12, 4.13
Камера тепла и влаги	3101-01	Диапазон температур от минус 70°C до 95°C, относительная влажность до 95% в диапазоне температур от 30 до 35°C, точность поддержания температуры $\pm 3^\circ\text{C}$ и влажности $\pm 3\%$	4.11, 4.12
Универсальная пробойная установка	УПУ-10 М	Диапазон выходного напряжения переменного тока от 0 до 1500 В, мощность не менее 0,5 кВА, класс 0,5	4.9
Цифровой мультиметр	MY-63 MAS-TECH	Диапазон измерения сопротивления от 0 до 200 МОм, тока от 0 до 20 А, напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, напряжения переменного тока от 0 до 700 В	4.6, 4.8, 4.18

## ПРИЛОЖЕНИЕ В - Типовые компоновки

### В.1 Типовая компоновка «ТОРНАДО-КП»

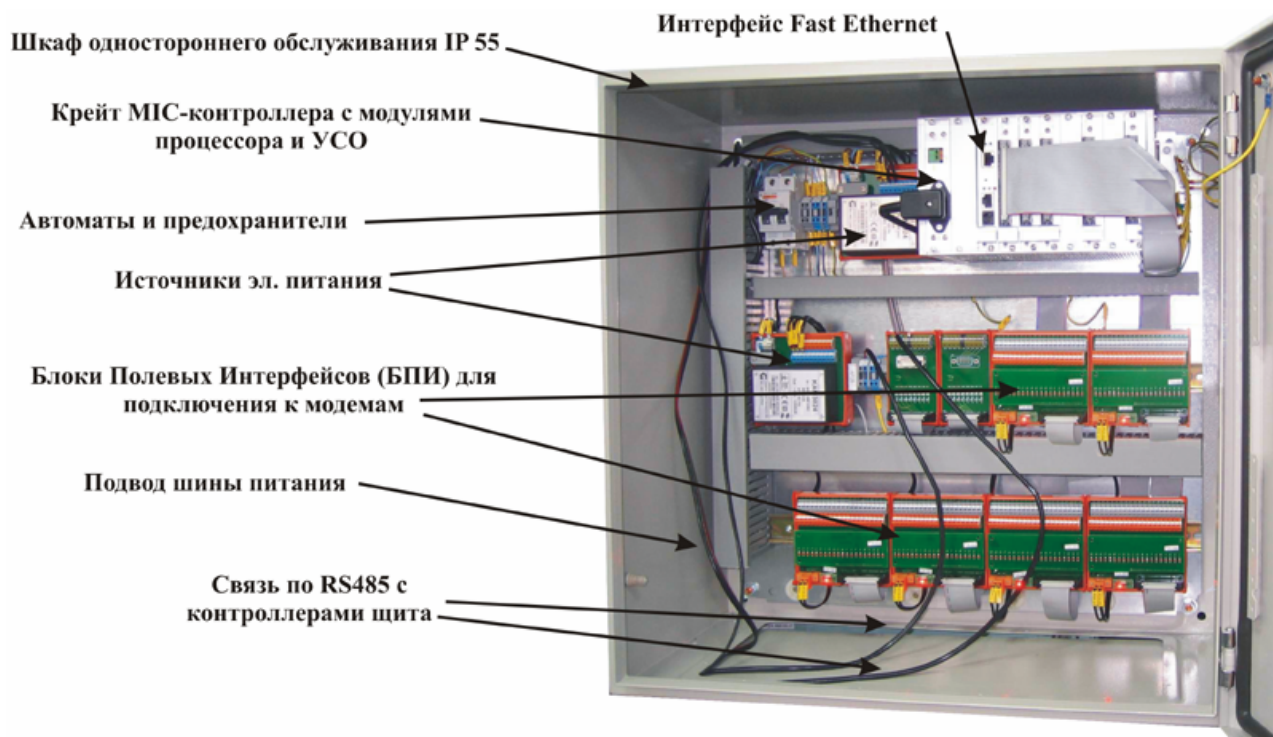


Шкаф телемеханики на примере «ТОРНАДО-КП-16-60-7Т»  
(16 ТИТ, 60 ТС и 7 ТИТ температурных)



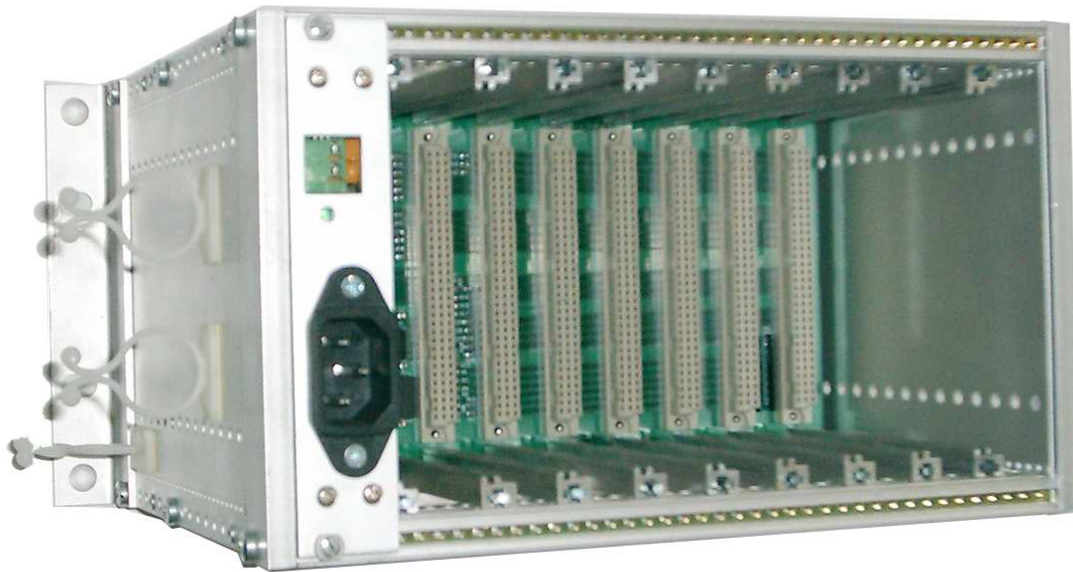
Шкаф Блока Телеуправления на примере БТУ-16  
(компоновка Блоков Телесигнализации (БТС) и Телеизмерения (БТИ) аналогичны БТУ)

## В.2 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ЦППС»



Пример шкафа ЦППС на 48 направлений

### В.3 Крейт технологического МПС-контроллера



Крейт без модулей



Крейт с установленными модулями

