

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор ЗАО «МСТ»

\_\_\_\_\_ С.А. Кулагин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

Комплекс телемеханики

«ТОРНАДО-ТМ»

Руководство по эксплуатации

4232-002-50756329-08 РЭ

Изготовитель:

Закрытое акционерное общество «МСТ»

Адрес: юридический 630090, Новосибирск, проспект Академика Колтыга, 1а

почтовый 630090, г. Новосибирск, а/я 709

тел. (факс): 33-99-352

E-mail: [info@tornado.nsk.ru](mailto:info@tornado.nsk.ru), [www.tornado.nsk.ru](http://www.tornado.nsk.ru)

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	5
2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	7
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	8
3.1 Меры безопасности, обеспечивающие защиту обслуживающего персонала .....	8
3.2 Правила безопасности, которые необходимо соблюдать при монтаже и эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ».....	9
4 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ПРИНЦИПОВ ЕГО РАБОТЫ .....	10
4.1 Назначение.....	10
4.2 Условия окружающей среды.....	11
4.3 Состав изделия и принципы его работы.....	12
4.3.1 Структура «ТОРНАДО-ТМ» .....	12
4.3.2 Состав «ТОРНАДО-ТМ» .....	14
4.3.3 Функциональное назначение оборудования.....	15
4.3.4 Состав технологических контроллеров .....	17
4.4 Технические характеристики .....	19
4.4.1 Общие сведения .....	19
4.4.2 Характеристики «ТОРНАДО-ТМ» в целом.....	19
4.4.3 Основные параметры и характеристики измерительных каналов «ТОРНАДО-ТМ» (аналоговые входы и выходы) .....	19
4.4.4 Основные параметры и характеристики каналов ввода/вывода дискретных сигналов .....	25
4.4.5 Основные параметры и характеристики подсистемы коммуникаций .....	26
4.4.6 Конструктивное исполнение «ТОРНАДО-ТМ» .....	27
4.4.7 Сведения об электропитании «ТОРНАДО-ТМ» .....	28
4.4.8 Показатели надежности.....	28
4.5 Устройство и работа «ТОРНАДО-ТМ» .....	28
4.5.1 Система электропитания процессорного устройства. ....	29
4.5.2 Источник питания БПИ.....	30
4.5.3 Источник питания дискретных входных сигналов .....	30
5 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	31
6 СРЕДСТВА КОНФИГУРИРОВАНИЯ .....	31
7 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....	32
8 ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ .....	32
9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	33
10 ХРАНЕНИЕ.....	33
11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	33
12 ТАРА И УПАКОВКА .....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Типовые конфигурации «ТОРНАДО-ТМ».....	36

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Типовые компоновки .....	39
Б.1 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ТМ» .....	39
Б.2 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ЦППС» .....	40

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о назначении, составе, принципе действия и конструкции комплекса телемеханики «ТОРНАДО-ТМ» (далее по тексту – телекомплекс «ТОРНАДО-ТМ» или просто «ТОРНАДО-ТМ»), выпускаемого по ТУ 4232-002-50756329-08, его технические характеристики, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации комплекса.

«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.

«ТОРНАДО-ТМ» создается на основе микропроцессорных устройств производства фирмы «Модульные Системы Торнадо» (Россия), которая имеет сертификат соответствия СМК (система менеджмента качества) требованиям стандарта ISO 9001:2000.

Комплект поставки «ТОРНАДО-ТМ» включает эксплуатационную документацию в составе настоящего руководства по эксплуатации, комплектов РЭ на поставляемые изделия, формуляра на «ТОРНАДО-ТМ» и методики поверки (калибровки) измерительных каналов телекомплекса «ТОРНАДО-ТМ».

При проведении всех операций в процессе эксплуатации изделия в составе обслуживающего персонала должен быть инженер-телемеханик.

Обслуживающий персонал должен изучить эксплуатационную и другую техническую документацию на «ТОРНАДО-ТМ».

Настоящее РЭ распространяется на все модификации «ТОРНАДО-ТМ», отличающиеся информационной емкостью и архитектурой процессорных модулей.

## 1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящее РЭ создано на основании требований ГОСТ 2.601 и ГОСТ Р 51288.

В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601-95	Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
ГОСТ 2.701-84	Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
ГОСТ Р 51288	Средства измерений электрических и магнитных величин. Эксплуатационные документы
ГОСТ 26.205-88	Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия.
ГОСТ Р МЭК 870-1-1-93	Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 1. Общие принципы.
ГОСТ Р МЭК 870-1-2-95	Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 2. Руководство по разработке технических требований
ГОСТ Р МЭК 870-4-93	Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования
ГОСТ Р 51522-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний.
ГОСТ 12.1.030-81	Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ Р МЭК 536—94	Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током
ГОСТ Р МЭК 60950-2002	Безопасность оборудования информационных технологий
ПУЭ 7 издание	Правила устройств электроустановок
ГОСТ Р 50571.3-94	Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током
ГОСТ 12997-84	Изделия ГСП. Общие технические условия.
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов.
ГОСТ 14254-96	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
ГОСТ Р 51321.1-2000	Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний.

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.
ГОСТ 23170-78	Упаковка для изделий машиностроения.
ГОСТ 24634-81	Ящики деревянные для продукции, поставляемой для экспорта. Общие технические условия.
ГОСТ 26104-89	Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний.
ГОСТ Р 51350-99	Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования
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.
ГОСТ Р 51318.22-2006	Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений.
ГОСТ Р 51318.24-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость оборудования информационных технологий к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний.
СНиП 3.05.06-85	Строительные нормы и правила. Электротехнические устройства.
СНиП 111-4-80	Техника безопасности в строительстве.
СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем РЭ применяют следующие термины:

- эксплуатационные документы (ЭД): По ГОСТ 2.601;
- руководство по эксплуатации (РЭ): По ГОСТ 2.601;
- формуляр (ФО): По ГОСТ 2.601;
- ведомость эксплуатационных документов (ВЭ): По ГОСТ 2.601;
- класс защиты прибора: По ГОСТ 26104;
- техническое обслуживание (ТО): Комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности прибора при использовании его по назначению, хранении и транспортировании;
  - запасная часть: Составная часть прибора, предназначенная для замены находившейся в эксплуатации такой же части с целью поддержания работоспособности или восстановления исправности прибора;
  - хранение: Содержание используемого по назначению прибора в заданном состоянии в отведенном для его размещения месте с обеспечением сохранности в течение заданного срока;
  - транспортирование: Перемещение прибора в заданном состоянии с применением, при необходимости, транспортных и грузоподъемных средств, начинающееся с погрузки и кончающееся разгрузкой на месте назначения;
  - структурная схема: По ГОСТ 2.701;
  - поверка: Полный комплекс операций с целью определения значений погрешностей и, если необходимо, других метрологических характеристик прибора. После поверки и возможной настройки остаточные погрешности могут быть зафиксированы с целью внесения поправок, если потребуется.

В документе используются следующие сокращения:

КП - контролируемый пункт	ПУ – пункт управления
ТИТ - телеизмерения текущие	БПИ – блок полевого интерфейса
ТС – телесигнализация	ИП - источник питания
ТИИ - телеизмерения интегральные	ПО – программное обеспечение
ТУ - телеуправление	УСО – устройство сопряжения с объектом
БТУ - блок телеуправления	ЦППС – центральная приемо-передающая станция
БТС - блок телесигнализации	
БТИ - блок телеизмерений	

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

#### 3.1 Меры безопасности, обеспечивающие защиту обслуживающего персонала

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»).

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

В шкафу должна быть установлена медная шина сечением не менее 75 мм<sup>2</sup> для присоединения к РЕ-проводнику системы TN\_S 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.

Сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью технических средств «ТОРНАДО-ТМ», которая может оказаться под напряжением более 50 В, не превышает 0,5 Ом.

Изоляция электрических гальванически разделенных цепей питания и входных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» между собой и корпусом шкафа выдерживает 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.

Минимальное электрическое сопротивление изоляции гальванически разделенных цепей питания и входных/выходных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» между собой и корпусом шкафа соответствует следующим значениям:

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

Источники вторичного электропитания технологических контроллеров имеют световую индикацию включения напряжения питания.

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

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

### **3.2 Правила безопасности, которые необходимо соблюдать при монтаже и эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ»**

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

При выполнении работ по монтажу следует учитывать следующие виды опасности:

- пожароопасность;
- электроопасность;
- опасность травмирования при транспортировке.

При эксплуатации «ТОРНАДО-ТМ» необходимо учитывать возможность возникновения следующих видов опасности:

- пожароопасность;
- электроопасность.

Работы по монтажу и эксплуатации технических средств «ТОРНАДО-ТМ» разрешается выполнять лицам, обученным правилам пожарной безопасности, и имеющим квалификацию не ниже третьей группы с допуском к эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В.

Монтаж должен выполняться в соответствии с ПУЭ, ПЭЭП, СНиП 3.05.06-85. Безопасность производства монтажных работ обеспечивается в соответствии со СНиП 12-03-2001.

Все работы по монтажу шкафов технологических контроллеров и монтажу кабельных присоединений должны производиться при полностью снятом напряжении.

При прокладке и монтаже оптоволоконного кабеля следует руководствоваться требованиями «Руководства по строительству линейных сооружений местных сетей связи» 1996 г., ВСН 116-93, рекомендациями Руководства МЭС-Т Международного Союза электросвязи «Конструкции, прокладка, соединение и защита оптических кабелей связи», 1994 г.

Шкафы технологических контроллеров должны быть заземлены проводом сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

При работе с оптическим интерфейсом следует избегать прямого попадания оптического излучения в глаза.

## 4 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ПРИНЦИПОВ ЕГО РАБОТЫ

### 4.1 Назначение

Комплекс телемеханики «ТОРНАДО-ТМ» предназначен для сбора и передачи телемеханической информации, необходимой для диспетчерского и автоматического контроля и управления территориально распределенными технологическими объектами. «ТОРНАДО-ТМ» применяются 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 работы 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.

Телекомплекс «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: «ТОРНАДО-КП» и «ТОРНАДО-ЦППС» (ЦППС – центральная приемно-передающая станция).

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-ТМ» могут быть включены программные модули, реализующие алгоритмы локальной автоматики и технологических блокировок.

Типовые конфигурации «ТОРНАДО-КП» приведены в Приложении А.

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

Таблица типовых «ТОРНАДО-ЦППС» здесь не приводится ввиду большого числа возможных конфигураций. «ТОРНАДО-ЦППС» изготавливается по заданиям Заказчика с учетом индивидуальных особенностей объектов обслуживания.

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

В «ТОРНАДО-ТМ» используются два типа промышленных контроллеров:

- контроллеры MIC с шиной СХС;
- контроллеры MIRage, основной отличительной особенностью которых является использование промышленной сети RS-485 для организации распределенного ввода/вывода.

Использование MIC-контроллеров позволяет реализовать, кроме стандартных функций КП, функцию регистрации аварийных процессов. Количество сигналов регистратора ТИТ и ТС в данном случае определяется количеством модулей устройств сопряжения с объектом (УСО), подключенных к шине СХС. Использование контроллерных модулей серии MIRage позволяет реализовать КП с резервированным центральным процессорным модулем. Комплексы «ТОРНАДО-КП» и «ТОРНАДО-ЦППС» строятся на единых программно-технических средствах контроллера MIC.

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

## **4.2 Условия окружающей среды**

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. В специальном исполнении шкафов со встроенной подсистемой поддержания заданной температуры внутри шкафа возможен расширенный диапазон рабочих температур от -40 °С до +50 °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.

Технологические контроллеры и их компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», сохраняют работоспособность при воздействии относительной влажности окружающего воздуха до 95% без конденсации влаги.

Шкафы технологических контроллеров обеспечивают степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц не ниже IP55 по ГОСТ 14254.

«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.

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

### 4.3 Состав изделия и принципы его работы

#### 4.3.1 Структура «ТОРНАДО-ТМ»

«ТОРНАДО-ТМ» состоит из двух основных комплексов: «ТОРНАДО-КП» и «ТОРНАДО-ЦППС».

«ТОРНАДО-КП», в свою очередь, включает в себя один шкаф контроллера телемеханики (ТМ), и один или несколько шкафов телесигнализации, телеизмерений и телеуправления с установленными в них соответствующими модулями распределенного ввода/вывода серии MIRage. Пример структурной схемы одной из конфигураций комплекса «ТОРНАДО-КП» показан на рисунке 1.

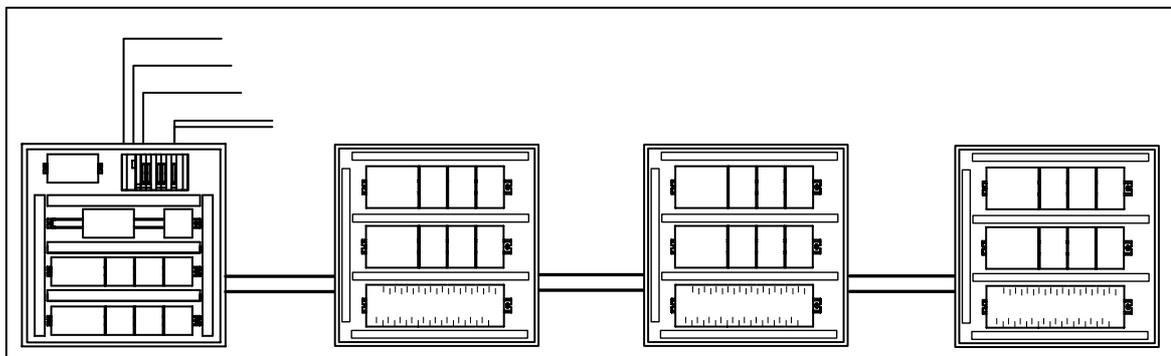


Рисунок 1

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

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 Б). 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 PV-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 сетей RS-485 может быть проектно компоуемым и расширяться путем установки субмодулей РВ-ТРУ.

В шкафу «ТОРНАДО-ЦППС», как и в основном шкафу комплекса «ТОРНАДО-КП», располагается процессорное устройство (крейт контроллера МІС с шиной СХС), система электропитания, блоки полевых интерфейсов. «ТОРНАДО-ЦППС» строится с использованием коммуникационных субмодулей РВ-485, РВ-ТРУ, блоков полевых интерфейсов ТFТРУ, механического или автоматического аппаратного арбитра определяющего активный комплект оборудования в случае реализации резервированной ЦППС и блока коммутации FТРУ-SW.

Линии от телемеханических модемов или других средств связи имеющих интерфейс RS-232 или RS-485 подключаются к клеммнику полевого интерфейса ТFТРУ. На полевом интерфейсе на данном канале устанавливается вставка, обеспечивающая сопряжение логических уровней сигналов устройства связи с логическими уровнями сигналов субмодуля РВ-ТРУ. В случае реализации резервированной ЦППС кабельный шлейф от ТFТРУ подключается к блоку коммутации FТРУ-SW. Настройка конфигурации коммутируемых каналов на блоке FТРУ-SW выполняется с помощью перемычек. Модуль коммутации соединен кабельными шлейфами с двумя субмодулями РВ-ТРУ, установленными в разных крейтах. В случае реализации не резервированной ЦППС блок полевого интерфейса ТFТРУ соединяется напрямую кабельным шлейфом с субмодулем РВ-ТРУ. На программном уровне для каждого канала РВ-ТРУ может быть определен свой телемеханический протокол. После подачи питания происходит инициализация программных компонент основного процессорного модуля ЦППС и инициализация протокольных компонент на субмодулях РВ-ТРУ.

Для приема или передачи информации могут использоваться радиомодемы, телемеханические модемы, а также интерфейсы RS-232, RS-485 и Ethernet-100/10 процессорного модуля.

Для управления диспетчерским щитом используется модуль управления диспетчерским щитом MІRage-FOK, который соединяется с процессорным устройством при помощи сети RS-485.

Программное обеспечение и аппаратная платформа ЦППС должны обеспечивать:

- Обмен оперативной информацией с КП и другими ЦППС;
- Поддержку различных телемеханических протоколов и форматов данных;
- Обмен информацией с оперативно информационным управляющим комплексом (ОИУК);
- Вывод информации на диспетчерский щит с использованием контроллеров диспетчерского щита;
- Синхронизацию с астрономическим временем;
- Диагностику состояний каналов связи;
- Обработку информации (масштабирование и т.п.);

- Формирование статистической информации о работе ЦППС;
- Управление нормативно-справочной информацией.

В части обмена оперативной информацией ЦППС обеспечивает прием сигналов ТИТ и ТС, их ретрансляцию различным адресатам по различным телемеханическим протоколам. Программное обеспечение ЦППС имеет расширяемую библиотеку телемеханических протоколов, по умолчанию включающую протоколы МЭК-870-5-101 и МЭК-870-5-104. ЦППС обеспечивает возможность отправки и приема различной информации (ЦБИ, файлы осциллограмм с терминалов РЗА и т.д.) в виде файлов с использованием различных сетевых протоколов.

Программное обеспечение ЦППС обеспечивает выбор источника точного времени с использованием одного из стандартных средств (GPS/ГЛОНАС, NTP, телемеханический протокол).

ЦППС должен обеспечивать поддержку метки времени переменных, преобразование ТИТ в инженерные величины. Каждая переменная имеет атрибуты качества и статус. Программное обеспечение ЦППС обеспечивает функционирование резервированной ЦППС (синхронизация базы данных переменных, НСИ и т.д.).

ЦППС обеспечивает вывод дискретных сигналов на диспетчерский щит в том числе при ручном вводе дискретных сигналов в программном обеспечении ОИУК.

ЦППС комплектуется программным обеспечением АРМ телемеханика, обеспечивающим полное конфигурирование ЦППС. Программное обеспечение ЦППС обеспечивает накопление статистической и диагностической информации о работе ЦППС и состоянии каналов связи.

Программное обеспечение ЦППС обеспечивает импорт конфигурационных файлов определенного формата, полученных при параметрировании КП или параметрировании ОИУК, для автоматического или полуавтоматического конфигурирования ЦППС.

#### 4.3.2 Состав «ТОРНАДО-ТМ»

В состав комплекта входят технические средства (оборудование), программное обеспечение, эксплуатационная документация и руководства по эксплуатации на комплектующие изделия.

Комплектность поставляемого оборудования определяется «Спецификацией на технические средства «ТОРНАДО-ТМ»» либо по спецификации заказа. В общем случае в состав поставляемого оборудования входят:

- а) основной блок комплекса, содержащий:
  - процессорное устройство (крейт контроллера МІС с шиной СХС или MIRage-CPU);
  - функциональные submodule устройств сопряжения с объектом (УСО) стандарта ModPack (только при использовании МІС контроллера с шиной СХС);
  - блоки полевых интерфейсов (БПИ);

- систему электропитания;
- технические средства сети Ethernet
- технические средства сетей RS-232/RS-485 в соответствии с проектными решениями;
- шкафное оборудование для размещения крейтов, БПИ и других компонентов технологических контроллеров.

б) вспомогательные блоки комплекса «Торнадо-КП» (БТУ, БТИ, БТС) , содержащие:

- модули распределенного ввода/вывода серии MIRage;
- систему электропитания;
- технические средства сетей RS-232/RS-485;
- шкафное оборудование для размещения компонентов.

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

- 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. Опционально возможна установка системы исполнения прикладных программ, разработанных в инструментальном пакете ISaGraf. Использование пакета ISaGraf позволяет реализовать функции локальной автоматики и технологических блокировок. Базовое программное обеспечение имеет полную лицензионную поддержку и поставляется вместе с контроллером.

- 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. Программы локальной автоматики в среде ISaGraf разрабатываются и устанавливаются по требованию заказчика.

Прикладное ПО контроллера также может включать драйвера интеллектуальных цифровых устройств, которые обеспечивают реализацию всех телемеханических функций и других функций (теперегулирования, работа с файлами и т.д.) для работы с ними.

Прикладное ПО поставляется вместе с контроллером (кроме прикладных программ в среде ISaGraf).

При использовании КП в рамках функций телемеханики программирование не требуется.

#### *4.3.3 Функциональное назначение оборудования*

Электронные модули технологических контроллеров осуществляют:

- 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.);
- Передача телеинформации по различным каналам связи (ВЧ-уплотненные, физические, коммутируемые телефонные линии, радиоканал, цифровые каналы связи) в различных направлениях и с разными протоколами связи;
- Тестирование приемной и каналобразующей аппаратуры;
- 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 устройствами РЗА по протоколу МЭК-870-5-103;
- Организация информационного обмена с измерительными цифровыми преобразователями;
- Выполнение функций локальной автоматики и технологических блокировок;
- Выполнение функций регистратора аварийных событий (только для «ТОРНАДО-КП» с МІС-контроллером);
- Синхронизация астрономического времени от приемников GPS, протокол TSIP;
- Синхронизация астрономического времени по протоколу NTP;
- Управление диспетчерским щитом

\* Данная функция реализуется прикладным ПО модулей ввода и не требует конфигурирования.

#### Блоки полевых интерфейсов (БПИ) служат для:

- подключения сигнальных кабелей от датчиков технологических параметров сечением до 2,5 мм<sup>2</sup>;
- подключения сигнальных кабелей от телемеханических модемов (только для «ТОРНАДО-ЦППС»);
- первичного преобразования (нормирования) сигналов;
- индикации состояния дискретных сигналов,
- подачи электропитания на датчики (только БПИ TFCUR, FIN220 и TFIN220).

#### Коммуникационное оборудование служит для:

- соединения основного шкафа КП со шкафами БТИ, БТС или БТУ с помощью дублированной сети RS-485 с протоколом ModBus RTU;
- соединения основного шкафа КП или ЦППС с модулями управления диспетчерским щитом MIRage-FOK с помощью сети RS-485 с протоколом ModBus RTU;

- обеспечения подключения до 32-х цифровых устройств к одной сети RS-485, включая устройства третьих производителей, например счетчиков тепловой и электроэнергии, терминалов РЗА и т.п. с помощью сетей RS-485;
- передачи собранной информации на диспетчерский пункт с помощью интерфейсов RS-232, RS-485 и Ethernet-100/10 процессорного модуля.

#### 4.3.4 Состав технологических контроллеров

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

Состав и характеристики базовой части, в которую входят процессорное устройство, крейты и модули-носители, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Элемент контроллера	Комплекс на базе контроллера MIC	Комплекс на базе контроллера MIRage
Процессорное устройство	Модуль <b>MIC-860:</b> <b>MPC860T/66(80) МГц</b> Энергонезависимый 1MB <b>SRAM</b> , 16/32/64 MB <b>SDRAM</b> , 4/16/32 <b>MB Flash</b>	Модуль <b>MIRage-CPU:</b> <b>MPC860T/66(80) МГц</b> Энергонезависимый 1MB <b>SRAM</b> , 16/32/64 MB <b>SDRAM</b> , 4/16/32 <b>MB Flash</b>
Крейт контроллера	<b>ASM3-MIC</b> – 42TE крейт, евромеханика 3U, шина СХС, источник питания (один, дублированный или с внешней батареей).	–
Модуль-носитель	<b>MIC-СВ</b> - модуль-носитель для двух submodule MODPACK	–
Число слотов УСО	1 слот для CPU MIC-860 и до 7 слотов в крейте для установки модулей-носителей. Максимальное число submodule в контроллере – 14	–
Число каналов RS485	3 дублированных + 16	3 дублированных
Число каналов RS232	2	2
Fast Ethernet	1	1
Точность регистрации:		
ТС	1 мс	не хуже 1000 мс
ТИТ	1 мс	не хуже 1000 мс

Модули и submodule ввода/вывода составляют проектно-компонованную часть. В «ТОРНАДО-ТМ» на базе контроллера MIC используются submodule ввода/вывода семейства ModPack и модули распределенного ввода/вывода серии MIRage. В «ТОРНАДО-ТМ» 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 одной

дублированной сети RS-485 – 32. Максимально количество сетей RS-485 при использовании контроллера MIC-22, при использовании процессорного модуля MIRage-CPU - 6.

Номенклатура модулей и submodule ввода/вывода «ТОРНАДО-ТМ» приведена в таблице 2. Изготовителем всех перечисленных в таблице модулей и submodule является фирма «Модульные Системы Торнадо» (Россия).

Таблица 2

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
Ввода аналоговых сигналов с быстрым АЦП с временем преобразования 6 мкс на канал	PB-VF	8
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 термопар	MIRage-FTHERM	8
Ввода аналоговых сигналов от датчиков термометров сопротивлений	MIRage-FPT	8
Ввода аналоговых унифицированных сигналов ТИТ	MIRage-FAI-16	16 диф. (32 униполярных)
Вывода дискретных сигналов ТУ соленоидами приводов без дугообразования	MIRage-FDO16-TM	16
Вывода дискретных сигналов 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
Управления диспетчерским щитом	MIRage-FOK	31

Ниже приведен пример технической спецификации технологического контроллера.

Наименование и тип устройства	Количество
Шкаф ETA 600 x 600 x 300	1
Крейт MIC-ASM3, 42TE, 3HE	1
<u>Модули и submodule</u>	
MIC860	1
MIC-CB	5
EMII-TX	1
PB-V35T	2
PB-RS485T	1
PB-RS232T	2

Наименование и тип устройства	Количество
PВ-DIN3Т	4
<u>Блоки полевых интерфейсов</u>	
TFCUR	2
TFCUR-P	16
TFDIN3	3
F232Т	2
<u>Источники питания</u>	
FPOWER24	2
<u>Клеммники</u>	
WAGO	2
Основной автомат ввода электропитания	1

## 4.4 Технические характеристики

### 4.4.1 Общие сведения

В данном разделе приведены технические характеристики «ТОРНАДО-ТМ» в целом и его составных частей. Гарантированными являются технические характеристики, приведенные с допусками или предельными значениями. Значения величин без допусков являются справочными.

### 4.4.2 Характеристики «ТОРНАДО-ТМ» в целом

Время готовности «ТОРНАДО-ТМ» к работе после подачи питания на технологические контроллеры не превышает 2 минут.

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

### 4.4.3 Основные параметры и характеристики измерительных каналов «ТОРНАДО-ТМ» (аналоговые входы и выходы)

#### 4.4.3.1 Общие параметры и характеристики модулей

Параметры и характеристики модулей распределенного ввода/вывода серии MIRage приведены в таблице 3.

Параметры и характеристики измерительных submodule ModPack приведены в таблице 4.

Таблица 3 - Основные параметры и характеристики измерительных модулей распределенного ввода-вывода серии MIRage с совмещенными функциями блока полевого интерфейса

№ п/п	Наименование характеристики (параметра)	Тип модуля	
		MIRage-FPT	MIRage-FAI-16
1	Наименование канала	Измерение величины сигналов термопреобразователей сопротивления	Измерение величины постоянного тока / напряжения
2	Количество каналов	8	16 диф. (32 униполярных)
3	Диапазон измерения (преобразования)	0 ... 300 Ом 0 ... 600 Ом 0 ... 1200 Ом*	-10... +10 В -20 ... +20 мА
4	Входное сопротивление	1 ГОм	1 ГОм – для измерителя напряжения, 200 Ом – для измерителя тока
5	Предел основной приведенной погрешности, % от диапазона измерения	См. пункт 4.4.3.2	
6	Температурный коэффициент (0 ...70°C)/(-25 ...0°C), % / °C	См. пункт 4.4.3.2	
7	Долговременная стабильность	0,1% / год	0,1% / год
8	Формат данных, возвращаемых прикладным программам (формат выходных данных)	1/10 долей градуса Цельсия	мВ мкА
9	Цена единицы младшего разряда возвращаемых данных	0,1°C	1 мВ 1 мкА
10	Максимальное допустимое входное напряжение: <ul style="list-style-type: none"> <li>• между каналом и общей точкой (вход/земля)</li> <li>• между каналами</li> </ul>	±35 В ±70 В	±35 В ±70 В
11	Тип входа (дифференциальный, униполярный)	дифференциальный	дифференциальный, униполярный
12	Коэффициент подавления входной помехи 50 Гц	не менее 90 дБ при настройке частоты фильтра 50 Гц	
13	Для каналов измерения сигналов терморезисторов и термометров сопротивления: <ul style="list-style-type: none"> <li>• типы датчиков</li> <li>• диапазоны измерения</li> </ul>	См. пункт 4.4.3.2	
14	Время преобразования одного канала	120 мсек	3,75 ... 375 мс
15	Тип интерфейса	Дублированный RS-485 с гальванической развязкой	
16	Скорость сбора данных Рекомендуемое значение	от 2,75 до 250 измерений в сек. 16 выборок в секунду для подавления помех	
17	Скорость передачи данных для RS-485	38400 бод	
18	Протокол обмена данными	ModBus (для интерфейса RS-485)	
19	Режим работы	программный запуск	
20	Способ защиты	оптоизоляция	

№ п/п	Наименование характеристики (параметра)	Тип модуля	
		MIRage-FPT	MIRage-FAI-16
21	Напряжение изоляции в нормальных условиях: <ul style="list-style-type: none"> <li>• между каналами и шиной</li> <li>• между каналами</li> </ul>	1000 В нет	1000 В нет
22	Наличие общих точек между каналами	общая аналоговая точка на группу из 8 каналов	общая аналоговая точка на группу из 16/32 каналов
23	Межповерочный интервал	2 года	
24	Способ подключения внешних кабелей	прямое	
25	Последствия неправильного соединения	ошибки преобразования без разрушения	
26	Монотонность при наличии пропущенных кодов	сохраняется	
27	Нелинейность	0,001% от полной шкалы	
28	Самокалибровка	выполняется по одному внутреннему каналу с опорным сопротивлением 301 Ом $\pm$ 0,05%	выполняется по двум внутренним опорным каналам 0V и 5V $\pm$ 0,1%
29	Напряжение питания	+24 В $\pm$ 5%	+24 В $\pm$ 5%
30	Ток потребления	50 мА	50 мА без вставок с источника-ми питания датчиков

\* Устанавливается программно один диапазон измерения для всех 8 каналов.

Таблица 4 - Основные параметры и характеристики измерительных модулей ModPack

№ п/п	Наименование характеристики (параметра)	Тип модуля		
		PB-V35-T	PB-VF	PB-PT100T
1	Количество каналов	8	8	7
2	Диапазон измерения (преобразования)	-5 ... +5 В -10 ... +10 В*	-10 ... +10 В	0 ... 300 Ом 0 ... 600 Ом 0 ... 1200 Ом*
3	Входное сопротивление	1 ГОм	1 ГОм	1 ГОм
4	Предел основной приведенной погрешности, % от диапазона измерения	См. пункт 4.4.3.2		
5	Температурный коэффициент (0 ... 70°C)/(-25 ... 0°C), % / °C	См. пункт 4.4.3.2		
6	Долговременная стабильность	0,1% / год	0,1% / год	0,05% / год
7	Количество разрядов АЦП	См. пункт 4.4.3.2		
8	Формат данных, возвращаемых прикладным программам (формат выходных данных)	двоичный		
9	Цена единицы младшего разряда	0,31 мВ	5 мВ	4,58 мОм
10	Максимальное допустимое входное напряжение: <ul style="list-style-type: none"> <li>• между каналом и общей точкой (вход/земля)</li> <li>• между каналами</li> </ul>	$\pm$ 35 В $\pm$ 70 В	$\pm$ 35 В $\pm$ 70 В	$\pm$ 35 В $\pm$ 70 В

№ п/п	Наименование характеристики (параметра)	Тип модуля		
		PB-V35-T	PB-VF	PB-PT100T
11	Тип входа (дифференциальный, униполярный)	дифференциальный		
12	Коэффициент подавления входной помехи 50 Гц	90 дБ при времени преобразования 120 мс	нет	90 дБ при времени преобразования 120 мс
13	Полное время преобразования одного канала (в зависимости от параметров входного низкочастотного фильтра)	3,75 ... 375 мс	0,5 мс на 8 каналов	3,75 ... 375 мс
14	Скорость сбора данных Рекомендуемое значение	от 2,75 до 250 измерений в сек. 8 выборок в секунду для подавления помех	2000 измерений в секунду 2000 измерений в секунду на все каналы	от 2,75 до 250 измерений в сек. 8 выборок в секунду для подавления помех
15	Характеристики входного фильтра: порядок, частота среза	Параметры фильтра программируются 8 ... 800 Гц	нет	Параметры фильтра программируются 8 ... 800 Гц
16	Способ преобразования	дельта-сигма	Последовательное приближение	дельта-сигма
17	Режим работы	программный запуск		
18	Способ защиты	оптоизоляция		
19	Напряжение изоляции в нормальных условиях: • между каналами и шиной • между каналами	500 В нет	500 В нет	500 В нет
20	Внешнее электропитание	не требуется		
21	Наличие общих точек между каналами	общая аналоговая точка на группу из 8 каналов		
22	Тип кабеля	рекомендуется экранированный кабель с витыми парами		
23	Межповерочный интервал	2 года		
24	Способ подключения внешних кабелей	через БПИ FCUR	через БПИ FCUR	через БПИ FPT100, TPT100
25	Последствия неправильного соединения	ошибки преобразования без разрушения		
26	Монотонность при наличии пропущенных кодов	сохраняется		
27	Нелинейность	0,001% от полной шкалы	0,025% от полной шкалы	0,001% от полной шкалы
28	Самокалибровка	выполняется по двум внутренним опорным каналам, управляется программно	Выполняется по двум внутренним опорным каналам, управляется программно	выполняется по одному внутреннему опорному каналу с вх. сопротивлением 300 Ом, контролируется программно
29	Напряжение питания	+5 В ±5%	+5 В ±5%	+5 В ±5%
30	Ток потребления	300 мА	210 мА	300 мА

\* Устанавливается программно один диапазон измерения для всех 8 каналов.

## 4.4.3.2 Метрологические характеристики модулей

Основные метрологические характеристики измерительных каналов ПТК без учета погрешностей первичных преобразователей (датчиков, термопреобразователей сопротивления и термопар) приведены в таблицах 5, 6, 7.

Таблица 5. Метрологические характеристики каналов ввода/вывода сигналов постоянного тока и напряжения и сопротивления

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.

**Примечание:** В таблице 5 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

Таблица 6. Метрологические характеристики каналов ввода сигналов термопреобразователей сопротивления на основе модуля MIRage-FPT

Тип НСХ ТС*	$W_{100}$	Диапазон измерений температуры, °C	Диапазон выходного сигнала ТС, Ом	Диапазон входного сигнала модуля, Ом	Дискретность представления выходного сигнала, °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °C	Температурный коэффициент для (0...70°C) / (-25...0°C), °C / °C
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	

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°С) / (-25...0°С), °С / °С			
100П		551...850	150,51...197,52	— “ —	— “ —	±1,5	— “ —			
		851...1100	197,67...232,84			±1,8				
		-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.

#### 4.4.4 Основные параметры и характеристики каналов ввода/вывода дискретных сигналов

«ТОРНАДО-ТМ» обеспечивает ввод и вывод дискретных сигналов. Типы каналов приведены в таблице 8.

Таблица 8

№ п/п	Тип модуля или суб-модуля	Наименование канала
1	PВ-DIN3Т в комплекте с БПИ FIN220	Ввод дискретных сигналов переменного и постоянного тока с напряжением 220 В с индивидуальной гальванической развязкой
2	PВ-DIN3Т 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 постоянного тока с индивидуальной гальванической развязкой
4	MIRage-FDI32-24	Ввод дискретных сигналов 24 В с индивидуальной гальванической развязкой
5	MIRage-FDO16-ТМ	Транзисторно-релейный вывод дискретных сигналов в традиционные цепи телемеханики с блокировкой АПВ; прямая коммутация соленоидов привода без дугообразования
6	MIRage-FDO32	Вывод дискретных сигналов в релейные цепи

Параметры каналов ввода дискретных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» приведены в таблице 9.

Таблица 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	
PВ-DIN3Т с БПИ FIN220	0...105 В (DC) 0...110 В (AC)	115 ... 280 В (DC) 145 ... 280 В (AC)	1500 В	1500 В переменного тока частотой 50 Гц	1,26 ВА
PВ-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

Параметры каналов вывода дискретных сигналов «ТОРНАДО-ТМ» приведены в таблице 10.

Таблица 10

Тип модуля	Диапазон преобразования	Коммутируемая нагрузка	Гальваническое разделение	
			между каналами модуля	между входными и внутренними цепями
MIRage-FDO16-TM	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	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	1500 В	1500 В

#### 4.4.5 Основные параметры и характеристики подсистемы коммуникаций

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

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

#### 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;
- максимальное расстояние 100м витая пара, 1000м оптоволоконный кабель;
- физическая 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

#### 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 или RS-232 при установке одного submodule PB-TPU – 8 шт.
- коммуникационные устройства – последовательные порты процессорных модулей контроллера MIC-860, мезонинные платы PB-485T, PB-232T и PB-TPU.
- протоколы передачи данных – Гранит, TM-800, TM-120, МЭК-870-5-101, ModBus RTU.

Для реализации подсистемы связи в задачах построения телемеханических комплексов, комплексов диспетчерского управления или сопряжения с такими комплексами используются распространенные в телемеханике протоколы связи: TM-120, TM-800, Гранит, МЭК-870-5-101, МЭК-870-5-104. Подсистема связи является программно-компонентной, что позволяет реализовывать любые телемеханические протоколы.

#### *4.4.6 Конструктивное исполнение «ТОРНАДО-ТМ»*

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

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 Б.

В шкафы MIC-контроллеров устанавливаются блоки полевых интерфейсов (БПИ), которые обеспечивают подключение кабелей от первичных датчиков к модулям 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.

В типовых конфигурациях КП, в зависимости от информационного объема устройства, используются настенные шкафы одностороннего обслуживания со следующими габаритными размерами: 600x600x350 мм или 600x760x300 мм.

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.

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

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

#### *4.4.7 Сведения об электропитании «ТОРНАДО-ТМ»*

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 взаимодублирующих 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.

В «ТОРНАДО-ТМ» может быть установлен резервный аккумулятор, обеспечивающий работу комплекса в течение 30 минут.

#### *4.4.8 Показатели надежности*

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.

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

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

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

### **4.5 Устройство и работа «ТОРНАДО-ТМ»**

«ТОРНАДО-КП» конструктивно выполняется в виде одного шкафа контроллера телемеханики (ТМ), и одного или нескольких шкафов телесигнализации, телеизмерений и телеуправления с установленными в них соответствующими модулями серии MIRage.

В каждом шкафу контроллера ТМ содержатся:

- процессорное устройство MIRage-CPU или крейт, в который, в зависимости от модификации «ТОРНАДО-КП», устанавливаются модули-носители MIC-SB с субмодулями ввода/вывода РВ-XXX серии ModPack, модуль микропроцессора MIC-860, модуль, выполняющий функции информационной связи между составными частями «ТОРНАДО-КП» и другое оборудование;
- блоки полевых интерфейсов (БПИ) для субмодулей ModPack;

- технические средства сетей Ethernet и RS-232/RS-485 в соответствии с проектными решениями;

- распределенная система электропитания.

В каждом шкафу БТУ, БТИ, БТС содержатся:

- модули распределенного ввода/вывода серии MIRage;
- система электропитания;
- технические средства сетей RS-232/RS-485;

Назначение и принцип действия крейтов, модулей-носителей, submoduleов ввода/вывода и БПИ описаны в разделе 4.3 настоящего РЭ и в прилагаемых документах к комплекту эксплуатационной документации на «ТОРНАДО-КП».

Система электропитания «ТОРНАДО-КП» состоит из:

- системы электропитания процессорного устройства;
- источника питания БПИ;
- источника питания дискретных входных сигналов.

«Торнадо-ЦППС» конструктивно выполняется в виде одного шкафа навесного или напольного исполнения. В зависимости от конфигурации ЦППС в шкафу устанавливается один или два крейта контроллера. В крейт устанавливается источник питания, процессорный модуль MIC-860 и модули-носители с установленными на них submoduleами PB-TPU и PB-RS485T.

Назначение и принцип действия крейтов, модулей-носителей, submoduleов ввода/вывода и БПИ описаны в разделе 4.3 настоящего РЭ и в прилагаемых документах к комплекту эксплуатационной документации на «ТОРНАДО-ЦППС».

Система электропитания «ТОРНАДО-ЦППС» состоит из:

- системы электропитания процессорного устройства;
- источника питания БПИ;

#### *4.5.1 Система электропитания процессорного устройства.*

В зависимости от типа процессорного устройства система электропитания может строиться следующим образом:

Для модификации «ТОРНАДО-ТМ» с процессорным модулем MIC-860 (контроллер в крейтовом исполнении) система электропитания крейта состоит из вторичного источника питания с выходным напряжением 5 В постоянного тока. Источник устанавливается в крейте контроллера. Источник питается от линии переменного или постоянного тока 220В. В качестве резервной линии питания к источнику может быть подключена внешняя аккумуляторная батарея напряжением 24В постоянного тока, обеспечивающая работоспособность модулей, установленных в крейте, при пропадании входного напряжения. Аккумуляторная батарея может также подключаться к источнику питания полевых интерфейсов. Аккумуляторная батарея устанавливается в одном шкафу с крейтом. При необходимости в крейт может быть

установлен второй источник питания (без уменьшения информационной емкости устройства).

Для модификации «ТОРНАДО-ТМ» с процессорным модулем MIRage-CPU система электропитания процессорного модуля состоит из DC/DC преобразователя с входным напряжением 24 В и выходным напряжением 5 В, установленного непосредственно на модуле MIRage-CPU. Входное напряжение +24 В на преобразователь подается от источника питания БПИ шкафа контроллера.

Общая схема электропитания показана на рисунке 2.

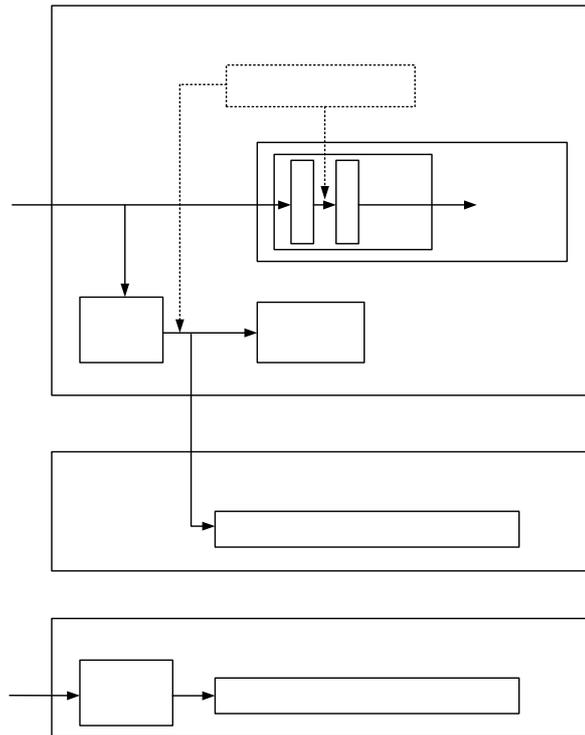


Рисунок 2

#### 4.5.2 Источник питания БПИ

Для питания оптронных преобразователей, обмоток реле, процессорных субблоков модулей MIRage используется напряжение 24 В постоянного тока. Для этого в шкафу устанавливается вторичный источник питания с выходным напряжением +24 В. Входное напряжение источника составляет 220 В переменного или постоянного тока. От этого же источника запитываются модули MIRage, устанавливаемые в шкафах БТС/БТИ, не имеющих своих источников питания.

#### 4.5.3 Источник питания дискретных входных сигналов

Для питания дискретных входных сигналов типа «сухой контакт» в шкафу контроллера установлен источник питания с выходным напряжением 24 В постоянного тока. Характеристики источника аналогичны источнику системы электропитания БПИ.

## 5 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Порядок включения и выключения технологических контроллеров, системы электропитания, коммуникационного оборудования описывается в эксплуатационной документации по проектам, выпускаемой в соответствии с Ведомостью ЭД.

## 6 СРЕДСТВА КОНФИГУРИРОВАНИЯ

«Торнадо-КП» конфигурируется с помощью специализированного программного обеспечения «Конфигуратор КП» (рисунок 3) (см. документ «Программное обеспечение «Конфигуратор КП» Руководство пользователя»). Программное обеспечение «Конфигуратор КП» встроено в контроллер и не требует дополнительной установки на компьютер пользователя. Общая техническая информация о принципах конфигурирования «Торнадо-КП» приводятся в эксплуатационной документации по проектам.

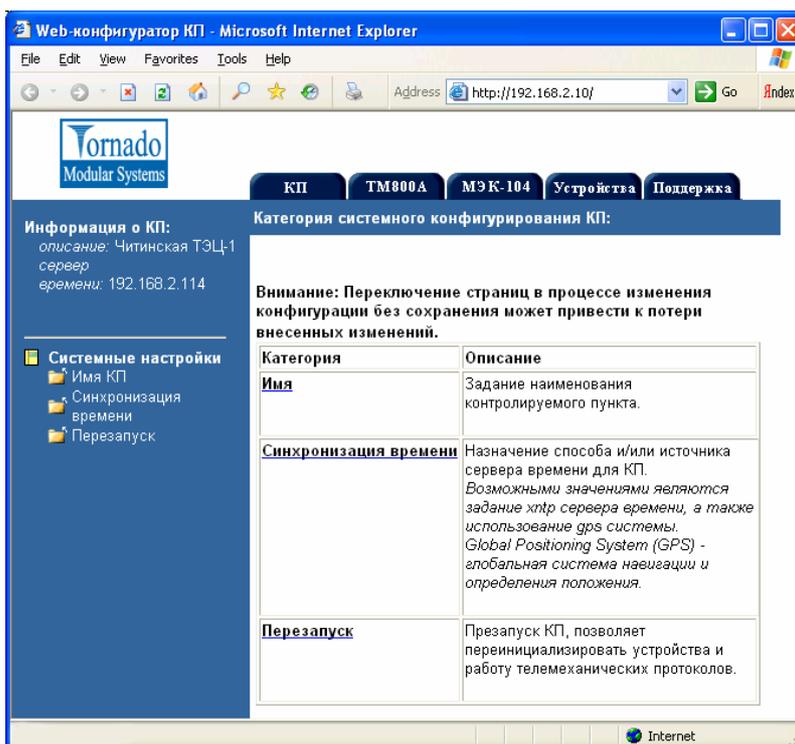


Рисунок 3

«Торнадо-ЦППС» конфигурируется с помощью специализированного программного обеспечения «Конфигуратор ЦППС» (см. документ «Программное обеспечение «Конфигуратор ЦППС» Руководство пользователя»). Общая техническая информация о принципах конфигурирования «Торнадо-ЦППС» приводятся в эксплуатационной документации по проектам.

## 7 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Сведения о приборах и оборудовании, необходимых для поверки (калибровки) измерительных каналов «ТОРНАДО-ТМ», приведены в таблице 11.

Таблица 11

Наименование СИ	Тип СИ или обозначение по ТУ	Требуемые основные технические характеристики СИ
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
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов	ИКСУ-2000А	Диапазон воспроизведения тока 0-25 мА с погрешностью $\pm 0,003$ мА, воспроизведения напряжения 0-12 В, с погрешностью $\pm 3$ мВ.
Мегомметр	М4100/4	Класс точности 1,0
Магазин сопротивления	P4831	Диапазон измерения 111111,1 Ом, класс точности 0,02
Гигрометр психрометрический	ВИТ-1	Диапазон измерения относительной влажности от 20 до 90%, температуры от 0 до 25 °С
Вольтметр цифровой	Щ 304-1	Диапазон измерения от 0 до 10 В, класс точности 0,015
Амперметр	Э525	Диапазон измерения переменного тока от 0,05 до 0,3 А с частотой 50 Гц, класс точности 0,5
ПЭВМ	IBM PC	ОЗУ – 16 Мб, HDD – 850 Мб

## 8 ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Измерительные каналы «ТОРНАДО-ТМ», используемые в сферах, подлежащих государственному метрологическому надзору и контролю, подлежат первичной поверке до ввода их в эксплуатацию и периодической поверке в процессе эксплуатации.

Измерительные каналы «ТОРНАДО-ТМ», используемые в сферах, не подлежащих государственному метрологическому надзору и контролю, подлежат первичной калибровке до ввода их в эксплуатацию и периодической калибровке в процессе эксплуатации.

Межповерочный (межкалибровочный) интервал - 3 года.

Поверка измерительных каналов АСУ ТП на базе «ТОРНАДО-ТМ» и измерительных каналов «ТОРНАДО-ТМ» выполняется в соответствии с методиками:

«4252-001-50756329-01 МП Измерительные каналы АСУ ТП на базе комплекса программно-технического «TORNADO» («ТОРНАДО»). Методика поверки и калибровки»;

«4252-001-50756329-05 ПМ «Комплексы программно-технические «TORNADO» («ТОРНАДО»). Комплексы телемеханики «ТОРНАДО-ТМ». Измерительные каналы. Методика поверки и калибровки».

Методики согласованы ВНИИМС.

При изготовлении «ТОРНАДО-ТМ» проводится первичная калибровка измерительных модулей, входящих в состав «ТОРНАДО-ТМ» с выдачей сертификатов на эти модули.

## **9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Сведения о необходимых регламентных работах, возможных неисправностях контроллеров и методах их устранения, инструкции по замене модулей, информация о методах восстановления программного обеспечения после аварийных ситуаций приводятся в эксплуатационной документации по проектам.

## **10 ХРАНЕНИЕ**

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

## **11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

При транспортировании упакованных в соответствии с ТУ 4232-002-50756329-07 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.

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

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

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.

Условия транспортирования в части воздействия климатических и механических факторов должны соответствовать ниже перечисленным:

а) Технологические контроллеры и их компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре выдерживают воздействие температуры окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 85 °С.

б) Технологические контроллеры и его компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре выдерживают воздействие относительной влажности окружающего воздуха 95% при температуре плюс 35 °С (без конденсации влаги).

в) Технологические контроллеры и его компоненты, входящие в состав «ТОРНАДО-ТМ», в транспортной таре выдерживают 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.

## **12 ТАРА И УПАКОВКА**

Упаковка «ТОРНАДО-ТМ» соответствует требованиям ГОСТ 12997, ГОСТ 23170 и обеспечивает 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.

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 – деревянные ящики, обтянутые по торцам стальной упаковочной лентой.

Цоколи шкафов и кабельное оборудование для транспортирования демонтируются и упаковываются отдельно: цоколи шкафов в упаковку предприятия-изготовителя шкафного оборудования, кабели в картонные коробки.

Упаковка технических средств «ТОРНАДО-ТМ» содержит средства амортизации по ГОСТ 23170: оберточную бумагу, картон, пенопласт.

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

Упаковочный лист содержит 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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Типовые конфигурации «ТОРНАДО-ТМ»

### 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 MIRage-FDO16-ТМ, 16 полупроводниковых ключей, отсутствие искробразования, 3А/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-ТМ, 32 полупроводниковых ключей, отсутствие искробразования, 3А/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-ТМ, 16 полупроводниковых ключей, отсутствие искробразования, 3А/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-ТМ, 32 полупроводниковых ключей, отсутствие искробразования, 3А/250VDC, 32 дополнительных реле "блокировка АПВ", размыкаемые промклеммники.

Тип КП	Код заказа	Краткое описание
		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)
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);

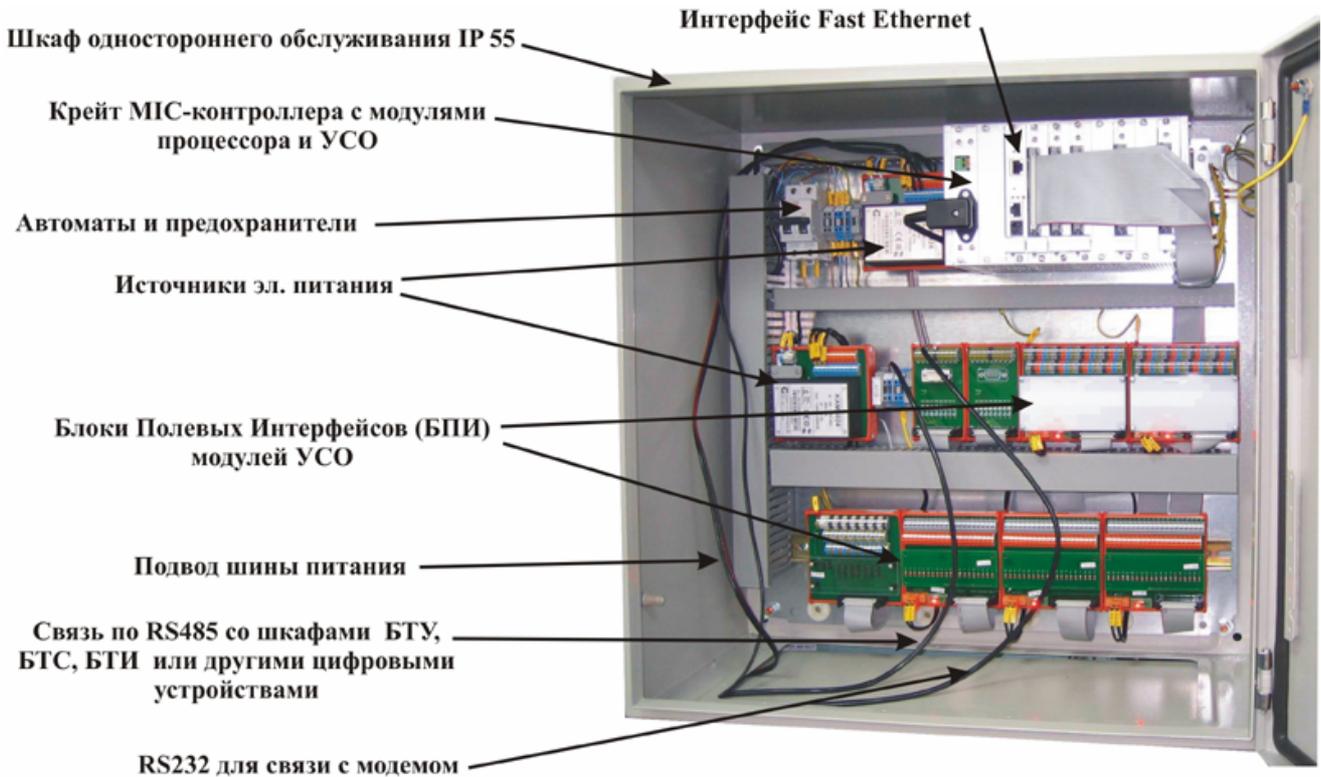
ИП - источник питания (220AC, DC/24DC).

## Типовые конфигурации «ТОРНАДО-ЦППС»

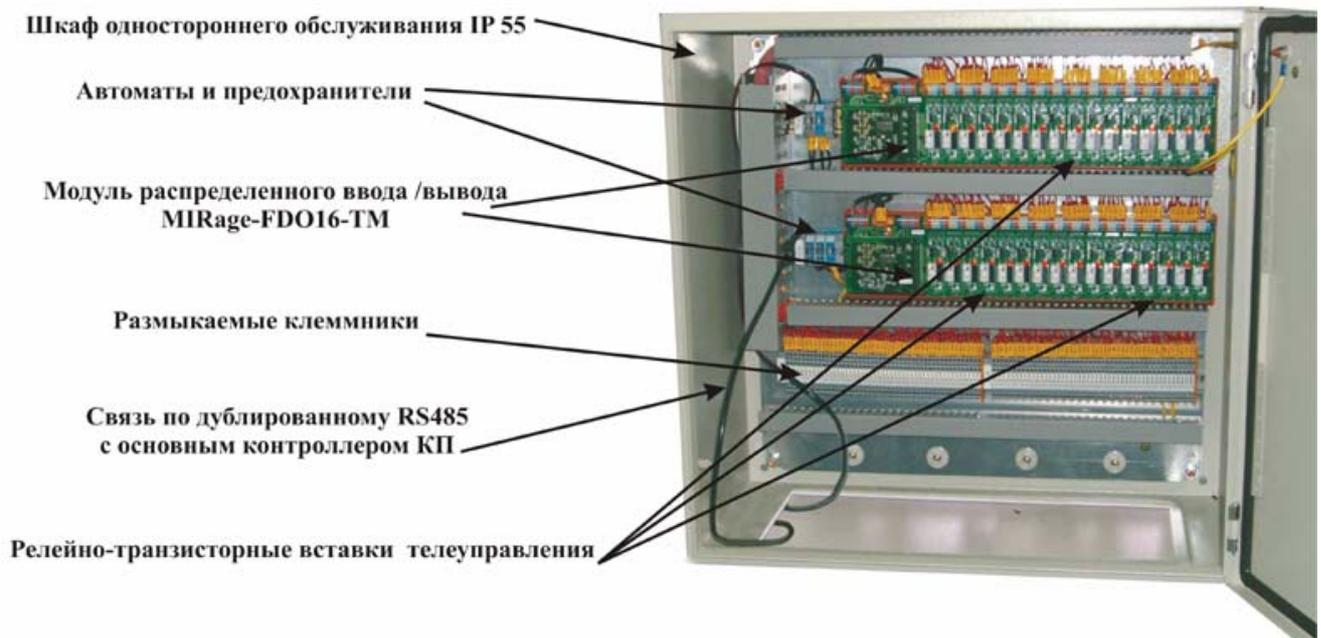
Тип ЦППС	Краткое описание
<b>ЦППС в навесных шкафах без резервирования</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-8	ЦППС на 8 полнодуплексных каналов связи: 1х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, 1xRS232 без ОР и 1xRS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-16	ЦППС на 16 полнодуплексных каналов связи: 2х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, 1xRS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-24	ЦППС на 24 полнодуплексных канала связи: 3х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-32	ЦППС на 32 полнодуплексных канала связи: 4х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x600x300.
ТОРНАДО-ЦППС-40	ЦППС на 40 полнодуплексных канала связи: 5х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x800x300.
ТОРНАДО-ЦППС-48	ЦППС на 48 полнодуплексных канала связи: 6х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 4x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 600x800x300.
<b>ЦППС в напольных шкафах без резервирования</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-64	ЦППС на 64 полнодуплексных каналов связи: 8х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600
ТОРНАДО-ЦППС-80	ЦППС на 80 полнодуплексных каналов связи: 10х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600
ТОРНАДО-ЦППС-96	ЦППС на 96 полнодуплексных каналов связи: 12х(PB-TPU+TFTPU), FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600
<b>ЦППС в напольных шкафах с резервированием</b>	
ТОРНАДО-ЦППС-Р-64	ЦППС на 64 резервированных полнодуплексных канала связи: 8х(PB-TPU+TFTPU), резервированные процессор, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600
ТОРНАДО-ЦППС-Р-80	ЦППС на 80 резервированных полнодуплексных каналов связи: 10х(PB-TPU+TFTPU), резервированные процессор, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600
ТОРНАДО-ЦППС-Р-96	ЦППС на 96 резервированных полнодуплексных каналов связи: 12х(PB-TPU+TFTPU), резервированные процессор, FastEthernet, 2x RS485, RS232 без ОР и RS232 с ОР для двух КС, шкаф IP54 2200x800x600

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Типовые компоновки

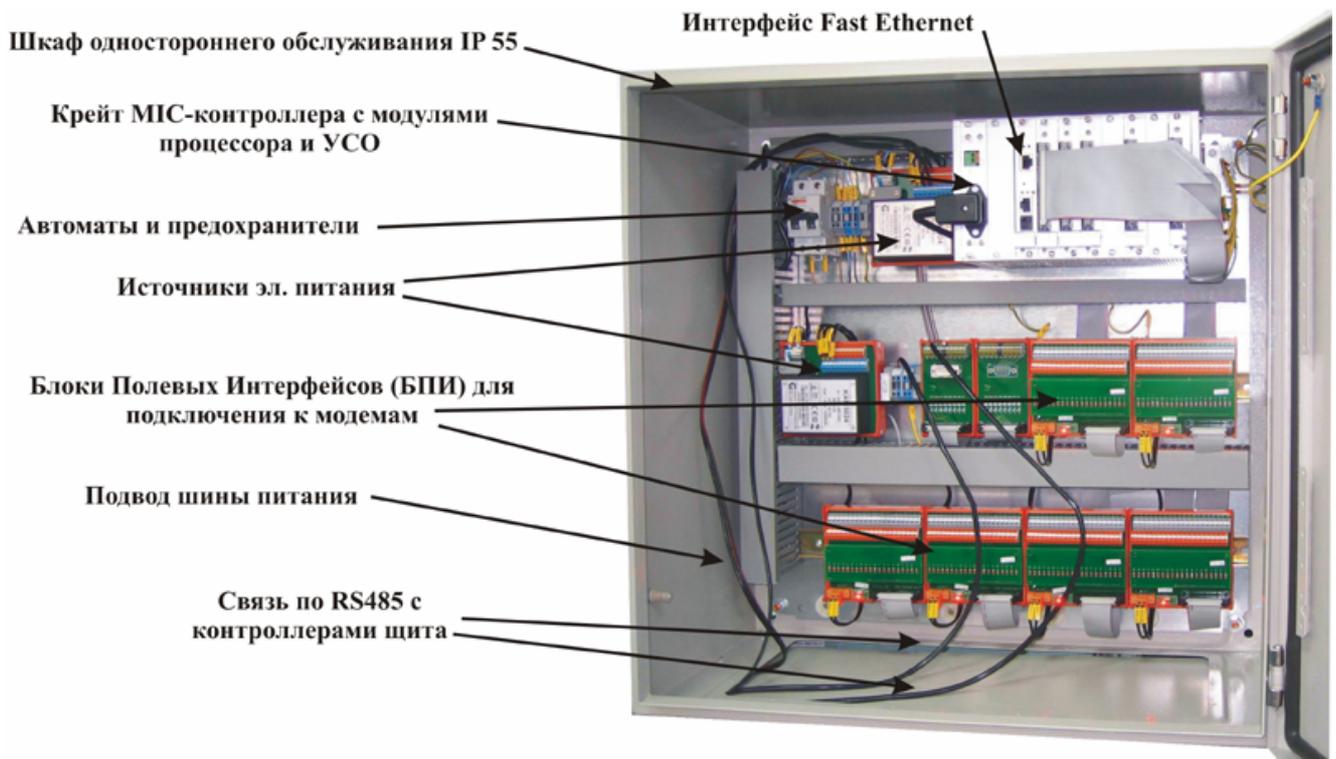
### Б.1 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ТМ»



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)

**Б.2 Типовая компоновка «ТОРНАДО-ЦППС»**

Пример шкафа ЦППС на 48 направлений

