

ОКП 42 5200

УДК 65.011.56+681.3

Группа П87

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ЗАО «МСТ»

_____ О.В. Сердюков

« ____ » _____ 2007 г.

Комплекс программно-технический
«TORNADO» («ТОРНАДО»)

Технические условия

ТУ 4252-001-50756329-07

Срок действия:
без ограничения срока действия

Новосибирск

2TY 4252-001-50756329-07

2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	7
1.1 Общие требования	7
1.2 Классификация функций ПТК.....	7
1.2.1 Функции ПТК АСУТП	7
1.2.2 Функции ПТК АСУТП распределенных объектов (электрических подстанций).....	10
1.3 Основные параметры и характеристики.....	13
1.3.1 Структура ПТК.....	13
1.3.2 Требования к подсистеме нижнего уровня	13
1.3.3 Требования к каналам ввода/вывода аналоговых сигналов	15
1.3.4 Требования к каналам ввода/вывода дискретных сигналов	21
1.3.5 Требования к подсистеме верхнего уровня	23
1.3.6 Требования к подсистеме коммуникаций.....	23
1.3.7 Требования к конструктивному исполнению.....	24
1.3.8 Требования к программному обеспечению.....	25
1.3.9 Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции гальванически развязанных цепей	26
1.3.10. Требования к электрическому питанию и потребляемой мощности	27
1.3.11 Требования по стойкости к внешним воздействиям в рабочих условиях	27
1.3.12 Требования по прочности к внешним воздействиям в транспортной таре.....	28
1.3.13 Требования по надежности	28
1.3.14 Требования к быстродействию	29
1.4 Комплектность	30
1.5 Маркировка	30
1.6 Упаковка	31
2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	33
3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ.....	35
3.1 Общие требования	35
3.2 Приемочные испытания	35
3.3 Испытания для целей утверждения типа и соответствия утвержденному типу средств измерения	36
3.4 Оценка показателей надежности	39
3.5 Сертификационные испытания	39
4 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.....	40
4.1 Условия проведения испытаний	40
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	55
5.1. Условия транспортирования	55
5.2 Условия хранения.....	55
6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	56
7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	57

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ В НАСТОЯЩИХ ТУ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В – ТИПОВЫЕ СТРУКТУРЫ КТС ПТК И АСУТП СЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – КОМПОНОВКА ТИПОВЫХ ШКАФОВ	65

Настоящие технические условия (ТУ) распространяются на программно-технический комплекс «TORNADO» («ТОРНАДО») (далее по тексту – ПТК), предназначенный для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на промышленных объектах энергетики, нефтяной и газовой промышленности, перерабатывающих отраслей, транспорта, коммунального хозяйства и других.

ПТК соответствует требованиям ГОСТ Р 50377, ГОСТ Р 51318.22 и Р 51318.24 и имеет сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ79.В04666, выданный 25 октября 2007 г. Органом по сертификации продукции и услуг ООО «Новосибирский центр сертификации и мониторинга качества продукции» РОСС RU.0001.10 АЯ79.

ПТК зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 22154-06 и допущен к применению в Российской Федерации (Сертификат Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерений RU.C.34.004.A № 23137 от 22.02.2006 г.).

ПТК соответствует требованиям нормативных документов: Технические условия ТУ 4252-001-50756329-01, РД 153.34.1-35.127-2002, РД 34.11.321-96, РД 153.34.0-11.117-2001, СО 153-34-20.601-2003, СО 34.35.101-2003 и имеет сертификат соответствия серийной продукции № СП0051181004, зарегистрированный 18 октября 2004 года в Системе Сертификации в Электроэнергетике «ЭНСЕРТИКО».

ПТК не предназначен для применения во взрывоопасных зонах.

ПТК относится к изделиям ГСП, предназначенным для построения автоматических и автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования, диагностики и управления производственными процессами, технологическими линиями и агрегатами по ГОСТ 12997.

ПТК является программируемым устройством и относится к проблемно-ориентированным изделиям с переменным составом функциональных блоков, необходимых для создания требуемых конфигураций каналов ввода-вывода и реализации конкретных функций и задач.

ПТК является проектно-компоновемым изделием, состоящим из базовой и компоновочной части. Состав компоновочной части определяется специфическими потребностями создаваемой на базе ПТК автоматизированной системы.

ПТК состоит из технических средств и программного обеспечения.

ПТК выпускается в двух модификациях, отличающихся используемыми контроллерами:

- «TORNADO-M» - контроллеры на базе MIF-модулей;
- «TORNADO-I» - контроллеры на базе шины СХС.

Во всех модификациях реализованы типовые решения по вводу/выводу сигналов. В качестве устройств сопряжения с объектом (УСО) используются функциональные submodule УСО стандарта ModPack и модули распределенного ввода/вывода серии MIRage.

Для подключения к submodule УСО натуральных сигналов от термодатчиков, термометров сопротивления, датчиков тока и напряжения, а также дискретных сигналов и команд 24 и 220В, в ПТК применяются блоки полевых интерфейсов (БПИ). БПИ, кроме того, служат для индикации состояния дискретных сигналов, дополнительной гальванической

развязки устройств нижнего и верхнего уровня ПТК, согласования электрических уровней сигналов и команд, обеспечивают необходимую защиту контроллеров от выбросов напряжения.

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

Используемые в ПТК технические средства и его конструктивное исполнение должны соответствовать комплекту конструкторской документации 50756329.422212 6 ХХ.001 (ХХ – код проекта или номер разработки).

Программное обеспечение ПТК должно соответствовать комплекту программной документации 50756329.00.00.000.

По устойчивости к климатическим воздействиям ПТК соответствует исполнению УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150, но с диапазоном рабочих температур от 0°С до +70 °С (расширенный диапазон температур от -25°С до +70°С).

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

ПТК является средством измерения и подлежит калибровке или поверке в части измерительных каналов при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации.

Метрологические характеристики измерительных каналов ПТК устанавливаются в соответствии с ГОСТ 22261.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведен в Приложении А.

Перечень оборудования, используемого при испытаниях ПТК, приведен в Приложении Б.

Запись при заказе ПТК должна состоять из наименования – программно-технический комплекс «TORNADO-Х» (Х – обозначение модификации ПТК (М, I,) и обозначения настоящих технических условий.

1 Технические требования

1.1 Общие требования

1.1.1 ПТК должен соответствовать требованиям ГОСТ 12997, ГОСТ 22261, настоящих технических условий, комплекта конструкторской документации 50756329.422212 6 ХХ.001 (здесь ХХ – код проекта или номер разработки), комплекта программной документации 50756329.00.00.000 и комплекта эксплуатационной документации 50756329.ХХХХ.001 (здесь ХХХХ – код объекта, для которого разработан ПТК).

1.1.2 ПТК разрабатываются для АСУ ТП, которые в соответствии с классификацией измерительных систем (ИС), приведенной в ГОСТ Р 8.596-2002, относятся 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 ПТК является средством измерения и подлежит калибровке или поверке в части измерительных каналов при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации.

1.2 Классификация функций ПТК

1.2.1 Функции ПТК АСУТП

ПТК, на базе которых создается конкретная АСУТП, должны обеспечивать возможность реализации необходимого набора функций АСУТП, перечень и требования к которым устанавливаются техническим заданием на систему и техническим проектом АСУТП, утверждаемым заказчиком.

1.2.1.1 Автоматизируемые функции системы подразделяются на:

- информационные функции (включая решение информационно-вычислительных задач);
- управляющие функции;
- функции, обеспечивающие работоспособность системы;
- функции, обеспечивающие создание и сопровождение системы.

1.2.1.2 Информационные функции

1. Информационные функции, выполняемые автоматически (по инициативе системы) в темпе протекания технологического процесса:

- сбор, первичная и специальная обработка, и регистрация информации о технологическом процессе, состоянии технологического оборудования и исполнительных механизмов;

- сбор и регистрация информации о состоянии схем автоматического управления – автоматического регулирования и функционально-группового управления;
- сбор и регистрация информации о состоянии и срабатывании технологических защит;
- хранение мгновенных значений сигналов и информации о текущем состоянии;
- ведение оперативного архива для представления информации в виде графиков в темпе процесса;
- ведение долговременного архива для формирования отчетов;
- расчет и хранение данных для формирования отчетов и ведомостей;
- усреднений хранимых данных для увеличения глубины архива;
- отображение текущей информации о состоянии на видеокдрах АРМ оператора-технолога;
- технологическая сигнализация, аварийная сигнализация, в том числе о ходе срабатывания защит.

2. Информационные функции, предоставляющие дополнительную информацию и выполняемые по запросам персонала:

- оперативная информация о ходе пуска/останова технологического оборудования;
- дополнительная информация о ходе срабатывания защит;
- оперативная информация о параметрах в виде графиков, таблиц, гистограмм;
- оперативная информация о ходе выполнения программ функционально-группового управления;
- формирование и печать оперативных отчетов.

1.2.1.3 Управляющие функции

1. Управляющие функции, выполняемые автоматически:

- с воздействием на технологическое оборудование:
 - поддержание параметров в пределах заданных ограничений;
 - всережимное регулирование технологических процессов;
 - логическое управление отдельными узлами и установками оборудования;
 - аварийное отключение технологического объекта (энергоблока, котла, турбины) или его агрегатов при повреждении оборудования или недопустимом отклонении параметров;
 - переход на новый режим работы при отключении механизма или агрегата с удержанием возможной нагрузки;
 - аварийное включение резервных питающих элементов собственных нужд при отключении работающих.
- с воздействием на схемы управления:
 - ввод (вывод) в работу (из работы) технологических защит по условиям режима;

- включение/отключение схем на автоматическую работу по условиям режима;
- блокирование недопустимых команд.

2. Управляющие функции, выполняемые оперативным персоналом:

- с воздействием на технологическое оборудование:
 - управление исполнительными механизмами с щита управления;
 - подмена отказавших автоматических функций;
 - воздействие на технологический процесс в непредвиденных и предаварийных ситуациях;
 - отключение оборудования при нераспознанных автоматическими системами нарушениях.
- с воздействием на схемы управления:
 - выбор режима работы автоматических регуляторов;
 - выбор очередности отключения механизмов при останове;
 - изменение заданий автоматическим регуляторам;
 - ввод (вывод) в работу (из работы) технологических защит по условиям режима ключами;
 - вывод защит в ремонт накладками;
 - управление задачами функционально-группового управления (ФГУ).

1.2.1.4 Функции, обеспечивающие работоспособность системы

1. Функции, обеспечивающие работоспособность системы, выполняемые автоматически:

- диагностика состояния и исправности технических средств управления;
- диагностика исправности и достоверности исполнительных, измерительных и информационных каналов;
- проверка исполнения управляющих воздействий;
- проверка готовности технических средств, реализующих алгоритмы технологических защит;
- автоматическое тестирование целостности программных средств при загрузке;
- автоматическое блокирование отказавших программных и технических средств и недостоверной информации;
- сигнализация на АРМ обслуживающего персонала при отказе программно-технических средств с указанием устройства, места, времени и вида отказа;
- сигнализация на АРМ машинисту энергоблока, АРМ старшего машиниста и дежурного электрика при отказе автоматической функции с указанием вида функции;
- регистрация отказов программно-технических средств;
- проверка прав доступа, регистрация пользователей;

- безударное восстановление автоматических функций при замене или установке исправных программно-технических средств.

2. Функции, обеспечивающие работоспособность системы, выполняемые оператором-технологом АСУТП:

- контроль исполнения дистанционных управляющих воздействий;
- распознавание отказов информационных и управляющих функций, не выявленных автоматически;
- переключение отказавших функций на дистанционное управление.

3. Функции, обеспечивающие работоспособность системы, выполняемые обслуживающим систему персоналом:

- проверка правильности функционирования программно-технических средств и выявление неисправностей, не распознанных автоматически;
- отключение отказавших технических средств и переключение на резервные или осуществление другой реконфигурации схем, если данные действия не осуществляются автоматически;
- регистрация дефектов, не опознанных автоматически;
- установка и корректировка настроек схем управления и регулирования в регламентируемых пределах;
- замена отказавших программно-технических средств;
- установка и отмена запретов на прохождение информации по каналам измерения и управления;
- запуск и, при необходимости, перезапуск ПТК.

1.2.1.5 Средства сопровождения и развития системы

Для технологического программирования управляющих и информационных задач, их наладки, сопровождения, модификации и документирования используется комплекс средств проектирования и документирования.

В этот комплекс входят:

- система технологического программирования ISaGRAF (или аналогичная);
- система создания видеокладов InTouch (или аналогичная);
- система конфигурирования АСУТП;
- система управления базами данных.

1.2.2 Функции ПТК АСУТП распределенных объектов (электрических подстанций)

1.2.2.1 В АСУТП подстанций (ПС) входят следующие подсистемы:

- информационная;
- оперативного управления (ОУ);
- автоматического управления (АУ);

- передачи и приема информации (ППИ);
- связи;
- релейной защиты и автоматики (РЗА);
- диагностика состояния основного электрооборудования;
- автоматизации и контроля собственных нужд.

В рамках этих подсистем реализуются основные функции ПТК АСУТП ПС.

1.2.2.2 В информационной подсистеме реализуются следующие функции ПТК:

- сбор и первичная обработка аналоговой информации о текущих режимах и состоянии оборудования ПС;
- сбор и первичная обработка дискретной информации о состоянии оборудования ПС и технологических событиях;
- хронологическая регистрация работы коммутационного оборудования, устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), устройств системной противоаварийной автоматики (ПА) и команд от АСУТП;
- технологическая предупредительная и аварийная сигнализация;
- формирование, автоматическое обновление, корректировка, архивирование информационной базы данных нормального режима работы ПС (в том числе для ретроспективного анализа, глубина которого определяется классом подстанции);
- регистрация аварийных ситуаций (РАС);
- технический учет электропотребления; возможна интеграция существующих сертифицированных систем коммерческого учета в ПТК;
- регистрация действий АСУТП (фиксация факта и времени выдачи управляющих команд, результатов диагностики аппаратуры управления и т.д.).

1.2.2.3 В подсистеме оперативного управления реализуются следующие функции ПТК:

- контроль текущего режима и состояния главной схемы подстанции с АРМ персонала;
- контроль параметров режима, вышедших за пределы установленных норм;
- определение длительности и значений допустимых перегрузок трансформаторов, ВЛ и другого оборудования, контроль времени работы оборудования в данных режимах;
- контроль и управление электропотреблением;
- автоматизированное составление бланков оперативных переключений;
- управление коммутационной аппаратурой;
- автоматическое ведение суточной ведомости, ведомости событий и т.д.

1.2.2.4 В подсистеме автоматического управления реализуются следующие функции ПТК:

- автоматизированное управление (дистанционное, по месту и телеуправление) коммутационными аппаратами ПС;

- управление напряжением и реактивной мощностью;
- анализ работы трансформаторов (оптимизация числа работающих трансформаторов по критерию минимума потерь электроэнергии);

1.2.2.5 В подсистеме передачи и приема информации реализуются следующие функции ПТК:

- формирование и передача информации по каналам телемеханики на диспетчерские пункты (ДП), в том числе: телесигнализация (ТС) – положение коммутационного оборудования, устройств РЗА, РПН, телеизмерения текущие (ТИТ), телеизмерения интегральные (ТИИ), данные диагностики основного оборудования и устройств системы управления, значения настроечных параметров системы управления, в том числе уставок РЗА;

- прием информации с диспетчерского пункта (сигналов запроса и команд оперативного телеуправления (ТУ) и телерегулирования (ТР), изменения уставок РЗА);
- синхронизация астрономического времени по команде с верхнего уровня.
- обмен информацией.

1.2.2.6 В подсистеме связи реализуются следующие функции ПТК:

- организация каналов передачи (приема) телеинформации и команд ТУ, ТР;
- организация каналов для передачи команд ПА и РЗА;
- организация связи с (между) подвижными оперативно-выездными бригадами.

1.2.2.7 В подсистеме диагностики состояния основного электрооборудования реализуются следующие функции ПТК:

- контроль и регистрация состояния основного оборудования;
- определение ресурса выключателей;
- определение ресурса трансформаторов;
- определение ресурса устройств РПН трансформаторов;

1.2.2.8 В подсистеме автоматизации и контроля собственных нужд реализуются следующие функции ПТК:

- контроль состояния источников и сети оперативного тока;
- контроль и оптимизация работы воздухоприготовительной установки и системы воздухообеспечения выключателей;
- контроль и автоматизация подогрева масла в выключателях шкафов управления;
- контроль и автоматическое управление охлаждение трансформаторов;
- контроль и учет электропотребления электроприемников собственных и хозяйственных нужд ПС.

1.2.2.9 Возможна интеграция подсистемы РЗА в состав ПТК АСУТП. Устанавливаемые на ПС микропроцессорные устройства РЗА должны иметь двойное назначение: как собственно устройства автономной системы РЗА (в этом качестве они

являются элементами технологического объекта управления) и как компоненты нижнего уровня ПТК АСУТП, которые должны использоваться в качестве источников значительного объема цифровой информации для решения различных задач контроля и управления объектом таких как::

- защита всех элементов ПС и ВЛ;
- диагностирование и проверка РЗА;
- адаптация РЗА;
- анализ действия РЗА по сигнализации.

1.2.2.10 Состав основных общесистемных функций:

- синхронизация компонентов ПТК;
- тестирование и самодиагностика компонентов, администрирование ПТК АСУТП;
- архивирование информации;
- защита информации;
- формирование отчетных документов;
- организация информационного обмена со средствами автономных систем контроля и управления (РЗА, ПА, АСКУЭ)

1.3 Основные параметры и характеристики

1.3.1 Структура ПТК

Технические и программные средства ПТК распределены по трем уровням:

- верхний уровень – серверы и операторские станции автоматизированных рабочих мест (АРМ), реализованные на стандартных средствах вычислительной техники, совместимых с IBM PC, под управлением операционной системы Windows;
- нижний уровень – технологические контроллеры;
- сетевой уровень – устройства, с помощью которых осуществляется взаимодействие технологических контроллеров, серверов и АРМов.

Типовые структурные схемы комплекса технических средств (КТС) ПТК АСУТП и ПТК АСУТП ПС представлены в Приложении В.

1.3.2 Требования к подсистеме нижнего уровня

1.3.2.1 Технологические контроллеры ПТК состоят из базовой части и submodule ввода/вывода.

1.3.2.2 Состав и характеристики базовой части, в которую входят процессорное устройство, запоминающие устройства, крейты и модули-носители, определяются типом ПТК и приведены в таблице 1.1.

1.3.2.3 Модули и submodule ввода/вывода составляют проектно-компонуюемую часть подсистемы нижнего уровня. В ПТК «TORNADO-I» и «TORNADO-M» используются submodule ввода/вывода семейства ModPack и блоки распределенного ввода/вывода серии Mirage.

1.3.2.4 Номенклатура модулей и submodule ввода/вывода ПТК «TORNADO-I», и «TORNADO-M» приведена в таблице 1.2. Изготовителем всех перечисленных в таблице модулей и submodule является фирма «Модульные Системы Торнадо» (Россия). Исключением является submodule PB-DAC3 производства фирмы Kontron (PEP Modular Computers) (Германия).

1.3.2.5 Срок сохранения информации при отключении сетевого питания в энергонезависимом ОЗУ статического типа (SRAM) – не менее 168 ± 1 часов, в энергонезависимой памяти флэш (FLASH) типа – не ограничено.

1.3.2.6 Время готовности ПТК к работе после подачи на технологические контроллеры сетевого питания не более 2 минут.

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

Таблица 1.1

Элемент контроллера	“ TORNADO-I” (ТК “MIC”)	“TORNADO-M” (ТК “MIF”)
Процессорное устройство	MPC860T/80МГц для MIC-860	MC68EN360/ 25/33МГц для MIF-360 MPC860T/80МГц для MIF-PPC
Запоминающие устройства	Энергонезависимый 1М SRAM, 16/32/64 SDRAM, 4/16/32 Flash	DRAM до 16 Myte, SRAM (энергонезависимая) до 1 Mbyte, FLASH до 2 Mbyte, EEPROM до 16 Kbyte для MIF-360 1М SRAM, 16/32/64 SDRAM, 4/16/32 Flash для MIF-PPC
Крейт контроллера	ASM3-MIC - 19” и 9,5” крейт, евромеханика 3U, шина CXC, дублированный источник питания	ASM6-MIF - 19” крейт формата 6U, дублированная шина CAN-bus, дублированные источники питания
Модуль-носитель	MIC-SB - модуль-носитель для двух submodule MODPACK	MIF-360, MIF-PPC – интеллектуальный модуль-носитель для трех 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	До 15 слотов в однокрейтовом исполнении и до 30 слотов в двухкрейтовом. Максимальное число submodule в контроллере - 45/90

Таблица 1.2

Наименование	Условное обозначение	Количество каналов
Submodule семейства ModPack		
Ввода дискретных сигналов 24 В	PB-DIN3T	20
Вывода дискретных сигналов 24 В	PB-DO16T	16

Наименование	Условное обозначение	Количество каналов
Ввода аналоговых унифицированных сигналов с интегрирующим АЦП с временем преобразования от 3,75 до 375 мс на канал	PB-V35T	8
Ввода аналоговых сигналов тока или напряжения с быстрым АЦП с временем преобразования 6 мкс на канал	PB-VF	8
Ввода аналоговых сигналов от датчиков термометров сопротивлений	PB-PT100T	7
Вывода аналоговых сигналов тока или напряжения с быстрым АЦП	PB-DACT	4
Цифрового интерфейса RS-485	PB-RS485T	-
Субмодуль ввода/вывода дискретных сигналов с таймерной обработкой	PB-TPU	16
Субмодуль вывода аналоговых сигналов тока или напряжения	PB-DAC3	4
Модули распределенного ввода/вывода серии MIRage		
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 аналоговых сигналов тока или напряжения	MIRage-FAO4	
Вывода дискретных сигналов ТУ соленоидными приводами 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
Ввода/вывода дискретных сигналов	MIRage-FDIO	32

1.3.3 Требования к каналам ввода/вывода аналоговых сигналов

1.3.3.1 В ПТК должны функционировать каналы, реализующие ввод и вывод аналоговых сигналов. Типы каналов приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

№ п/п	Субмодуль/модуль	Наименование канала
1	PB-VF	Измерение величины постоянного тока / постоянного напряжения
2	PB-V35T	Измерение величины постоянного напряжения/постоянного тока
3	PB-PT100T	Измерение величины сигналов сопротивления, термопреобразователей сопротивления
4	PB-DAC3	Вывод сигнала постоянного тока / постоянного напряжения
5	PB-DACT	Вывод сигнала постоянного тока / постоянного напряжения
6	MIRage-FAO4	Вывод сигнала постоянного тока / постоянного напряжения
7	MIRage-FAI16	Измерение величины постоянного напряжения/постоянного тока

№ п/п	Субмодуль/модуль	Наименование канала
8	MIRage-FTHERM	Измерение величины сигналов термоэлектрических преобразователей (термопар)
9	MIRage-FPT	Измерение величины сигналов термопреобразователей сопротивления

1.3.3.2 Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения должны соответствовать значениям, указанным:

- для каналов измерения постоянного тока и напряжения постоянного тока – в таблице 1.4;
- для каналов измерения величины сигналов термопар – в таблице 1.5;
- для каналов измерения сигналов термометров сопротивления – в таблице 1.6;
- для каналов вывода сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока – в таблице 1.7.

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

1.3.3.4 Параметры каналов измерения величины силы тока и напряжения и сопротивления должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.4.

Таблица 1.4

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 1.4 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

Субмодули должны сохранять работоспособность при перегрузке измерительных каналов:

- 30 мА – для субмодулей измерения силы тока;
- 15 В – для субмодулей измерения напряжения.

1.3.3.5 Параметры каналов измерения величины сигналов преобразователей термоэлектрических (термопар) на основе модуля MIRage-FTHERM должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Тип НСХ ТП*	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон выходного сигнала ТП**, мВ	Диапазон входного сигнала модуля, мВ	Дискретность представления выходного сигнала, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С ***	Температурный коэффициент для (0...70°С) / (-25...0°С), °С / °С
R	-40 ... 300	-0,188 ... 2,401	-100 ... 100	0,1	±0,6	0,005/0,01
	301 ... 1100	2,410 ... 11,850			±1,5	
	1101 ... 1400	11,863 ... 16,040			±2,0	
	1401 ... 1700	160,54 ... 20,222			±2,5	
S	-40 ... 400	-0,194... 3,259	— “ —	— “ —	±0,7	— “ —
	401 ... 900	3,269 ... 8,449			±1,3	
	901 ... 1600	8,46 ... 16,777			±2,5	
	1601 ... 1760	16,7889 ... 18,609			±3,0	
B	0 ... 500	0,00 ... 1,242	— “ —	— “ —	±0,5	— “ —
	501 ... 1000	1,247 ... 4,834			±1,0	
	1001 ... 1800	4,843 ... 13,591			±2,0	
J	-200 ... 500	-7,89 ... 27,393	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	501 ... 900	27,449 ... 51,877			±1,5	
	901 ... 1200	51,94 ... 69,553			±2,2	
T	-200 ... -100	-5,603 ... -3,379	— “ —	— “ —	±1,2	— “ —
	-99 ... 200	-3,35 ... 9,288			±0,5	
	201 ... 400	9,341 ... 20,872			±0,7	
E	-200 ... 600	-8,825 ... 45,093	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	601 ... 1000	45,174 ... 76,373			±2,0	
K	-200 ... 550	-5,891 ... 22,776	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	551 ... 800	22,819 ... 33,275			±1,5	
	801 ... 1050	33,316 ... 43,211			±2,0	

Тип НСХ ТП*	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон выходного сигнала ТП**, мВ	Диапазон входного сигнала модуля, мВ	Дискретность представления выходного сигнала, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С ***	Температурный коэффициент для (0...70°C) / (-25...0°C), °С / °С
	1051...1200	43,250 ... 48,838			±2,5	
	1201...1350	48,875 ... 54,138			±2,8	
N	-200 ... 600	-3,99 ... 20,613	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	601 ... 900	20,652 ... 32,371			±1,5	
	901 ... 1300	32,41 ... 47,513			±2,3	
A-1	0 ... 600	0,0 ... 9,606	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	601 ... 1100	9,623 ... 17,662			±2,0	
	1101 ... 1400	17,667 ... 21,976			±3,0	
	1401 ... 1800	21,99 ... 26,998			±4,0	
	1801 ... 2000	23,324 ... 29,186			±5,0	
	2001 ... 2200	29,196 ... 31,142			±6,0	
	2201 ... 2500	31,151 ... 33,640			±7,0	
A-2	0 ... 300	0,0 ... 4,571	— “ —	— “ —	±0,7	— “ —
	301 ... 600	4,588 ... 9,707			±1,0	
	601 ... 800	9,724 ... 13,064			±1,5	
	801 ... 1200	13,08 ... 19,33			±2,3	
	1201 ... 1500	19,345 ... 23,515			±3,0	
	1501 ... 1800	23,528 ... 27,232			±4,3	
A-3	0 ... 600	0 ... 9,506	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	601 ... 900	9,523 ... 14,411			±1,5	
	901 ... 1100	14,427 ... 17,505			±2,0	
	1101 ... 1400	17,52 ... 21,781			±3,0	
	1401 ... 1800	21,795 ... 26,773			±4,3	
L	-200 ... -100	-9,488 ... -5,641	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	-99 ... 200	-5,593 ... 14,56			±0,5	
	201 ... 600	14,641 ... 49,108			±1,0	
	601 ... 800	49,196 ... 66,466			±1,5	
M	-190 ... -100	-5,975 ... -3,715	— “ —	— “ —	±1,0	— “ —
	-99 ... 100	-3,397 ... 4,722			±0,6	

* Тип номинальной статической характеристики термомпар в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001.

** Значения термоЭДС даны при температуре холодного спая 0 °С.

*** Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности приведен с учетом погрешности канала компенсации температуры холодного спая термомпар.

Примечание: метрологические характеристики приведены для настраиваемых параметров модуля: частоты среза заградительного фильтра – 25 Гц и коэффициента усиления АЦП – 1.

Модуль MIRage-FTherm совмещает функции блока полевого интерфейса и измерительного модуля. Для компенсации температуры холодного спая в нем применен датчик температуры клеммных соединений термопар. Коррекция измеренных значений сигналов термопар производится автоматически. Данные измерений передаются посредством цифрового интерфейса. БПИ FTherm, в различных модификациях, может обеспечить передачу данных с использованием интерфейса RS-485 (единичного или дублированного), либо с использованием интерфейса CAN-bus (единичного или дублированного). Формат передачи данных – ModBus.

Эти каналы предназначены для измерения сигналов термопар всех типов с номинальной статической характеристикой по ГОСТ Р8.585 с возможностью одновременного подключения термопар разных типов.

1.3.3.6 Параметры каналов измерения сигналов термопреобразователей сопротивления на основе модуля MIRage-FPT должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.6.

Таблица 1.6

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	
		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	
50M	1,428	-200...0	6,085 ... 50,0	— “ —	— “ —	±0,4	— “ —
		1...200	50,23...92,775			±0,6	

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
100M		-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	
100H	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.

1.3.3.7 Параметры каналов вывода сигналов силы и напряжения постоянного тока должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Модули	Сигналы		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-DAC3	12 бит	(0 ... 20) мА	± 0,15	0,003 / 0,004
	12 бит	(-10 ... 10) В	± 0,15	0,003 / 0,004
	12 бит	(0 ... 10) В	± 0,15	0,003 / 0,004
PB-DAC7	12 бит	(-10 ... 10) В	± 0,15	0,003 / 0,004
	12 бит	(0 ... 20) мА	± 0,15	0,003 / 0,004
MIRage-FAO4	12 бит	(-10 ... 10) В	± 0,15	0,003 / 0,004
	12 бит	(0 ... 20) мА	± 0,15	0,003 / 0,004

1.3.4 Требования к каналам ввода/вывода дискретных сигналов

1.3.4.1 ПТК должен обеспечивать ввод и вывод дискретных сигналов. Типы каналов приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8

№ п/п	Субмодуль	Наименование канала
1	PB-DIN3T в комплекте с БПИ FIN220	Ввод дискретных сигналов переменного тока с напряжением 220 В
2	PB-DIN3T в комплекте с БПИ FDIN3	Ввод дискретных сигналов постоянного тока с напряжением 24 В с групповой гальванической развязкой
3	PB-DO16T в комплекте с БПИ FDOOUT2R	Вывод дискретных сигналов (диапазон преобразования соответствует состоянию контактов реле)
4	PB-TPU в комплекте с БПИ FTPU	Ввод/вывод дискретных сигналов с таймерной обработкой
5	MIRage-FDI32	Ввод дискретных сигналов 220 В с индивидуальной гальванической развязкой
6	MIRage-FDI32-24	Ввод дискретных сигналов 24 В с индивидуальной гальванической развязкой
7	MIRage-FDO32	Вывод дискретных сигналов в релейные цепи
8	MIRage-FDO16-TM	Вывод дискретных сигналов для задач телемеханики

1.3.4.2 ПТК 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	
PB-DIN3T с БПИ FDIN3	0...10 В	16...30 В	1000 В (DC) между группами каналов	2500 В	150 мВА

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	
PB-DIN3T 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
PB-TPU	6 mA (min)	0,1 mA (max)	–	1000 В	3,6 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
MIRage-FDI32-24	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

1.3.4.3 ПТК должен обеспечивать вывод дискретных сигналов, параметры которых соответствуют указанным в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Тип submodule	Диапазон преобразования	Коммутируемая нагрузка	Гальваническое разделение	
			между каналами модуля	между входными и внутренними цепями
PB-DO16T с БПИ FDOOUT2R	Лог. «0» – нормальное состояние контактов реле Лог. «1» – инверсное нормальному состоянию контактов реле	Максимальное коммутируемое напряжение 250 В, переменный ток – 3 А, постоянный ток 0,5 А	4000 В	4000 В
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 основными и дополнительными каналами	1500 В
PB-TPU	Лог. «0» – замкнутое состояние транзисторного ключа Лог. «1» – разомкнутое состояние тиристорного ключа	Максимальный коммутируемый ток 50 mA, напряжение – 5 В,	–	1000 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

1.3.5 Требования к подсистеме верхнего уровня

1.3.5.1 Подсистема верхнего уровня включает в себя:

- автоматизированные рабочие места оперативного и обслуживающего персонала АСУ ТП;
- сервер приложений;
- сервер баз данных;
- вспомогательные серверы (сервер печати, архивирования и другие) при необходимости.

1.3.5.2 Структура и состав верхнего уровня являются универсальными, не зависят от типа ПТК, и определяются требованиями конкретной системы.

1.3.5.3 В системах с небольшим количеством каналов ввода/вывода допускается совмещение функций АРМ и сервера приложений на одном персональном компьютере. В системах с повышенными требованиями к надежности АРМы и серверы выполняются дублированными.

1.3.6 Требования к подсистеме коммуникаций

1.3.6.1 Подсистема коммуникаций (сетевой уровень) является проектно-компонентной. Тип сети, используемой для построения распределенной системы, определяется при заказе ПТК и выбирается из следующего перечня:

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

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 «TORNADO-х», концентраторы и коммутаторы Ethernet;
- способ доступа к среде передачи - множественный доступ с контролем несущей и детектированием коллизий (CSMA/CD);
- максимальная длина пакета - 1500 байт.

1.3.6.3 Характеристики сети CAN:

- скорость передачи данных – до 1 Мбит/с;
- тип кабеля - экранированная витая пара, неэкранированная витая пара;
- топология сети – шинная;
- способ доступа к среде – неразрушающий приоритетный доступ;

- коммуникационные устройства - сетевой интерфейс CAN процессорного модуля MIF (для ПТК «TORNADO-M»), мезонинная плата PB-TCAN (для ПТК «TORNADO-х»).

1.3.6.4 Параметры последовательного интерфейса

- скорость передачи данных – до 38400 бит/с;
- топология – «точка-точка», «точка-многоточка»;
- электрический интерфейс - RS232/RS422/RS485/токовая петля;
- коммуникационные устройства – последовательные порты процессорных модулей контроллеров «TORNADO-X» MIF-PPC и MIC-860, мезонинные платы PB-SIO4, PB-RS485T и PB-TPU;

- протоколы передачи данных – ModBus RTU, UART, HDLC, Гранит, ТМ-800, ТМ-120, МЭК-60870.

1.3.6.5 В зависимости от типа ПТК и типа используемой сети применяются коммуникационные интерфейсные модули, приведенные в таблице 1.11.

Таблица 1.11

Тип ПТК	Тип сети				
	Ethernet	CANBus	UART	HDLC	Гранит, ТМ-800, ТМ-120, МЭК-60870
TORNADO-I	MIC-860	CXM-CAN, PB-TCAN	MIC-860, CXM-SIO3, PB-RS485T, PB-SIO4, PB-TPU	MIC-860, CXM-SIO3, PB-RS485T, PB-TPU	MIC-860, CXM-SIO3, PB-RS485T, PB-TPU
TORNADO-M	MIF-360, MIF-PPC	MIF-360, MIF-PPC	MIF-360, MIF-PPC, PB-RS485T, PB-SIO4, PB-TPU	MIF-360, MIF-PPC, PB-RS485T, PB-TPU	MIF-360, MIF-PPC, PB-RS485T, PB-TPU

1.3.6.6 Для ПТК TORNADO-M возможно дублирование сетевых средств.

1.3.6.7 В качестве базового протокола сетевого обмена между верхним и нижнем уровнем, а также протокола межсетевого обмена в ПТК «Торнадо-Х», используется протокол TCP/IP (UDP/IP).

1.3.6.8 Для реализации подсистемы связи в задачах построения телемеханических комплексов, комплексов диспетчерского управления или сопряжения с такими комплексами в ПТК «Торнадо» используются распространенные в телемеханике протоколы связи: ТМ-120, ТМ-800, Гранит, МЭК 60870. В качестве базового решения в таких задачах применяются контроллеры серии «TORNADO-I» с коммуникационными субмодулями PB-TPU и PB-RS485T.

1.3.7 Требования к конструктивному исполнению

1.3.7.1 Субмодули ввода/вывода устанавливаются на модули-носители, которые собираются в крейты (см. п. 1.3.4.2). В ПТК используются 19” крейты стандарта «Евромеханика» формата 3U и 6U.

1.3.7.2 Крейты устанавливаются в шкафы технологических 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 Г.

1.3.7.3 В шкафы технологических контроллеров встраиваются блоки полевых интерфейсов (БПИ), которые обеспечивают подключение кабелей от первичных датчиков к модулям УСО контроллера без промежуточных преобразователей. Для подключения кабелей в БПИ используются безвинтовые подпружиненные клеммы типа «WAGO», нечувствительные к вибрации и не требующие обслуживания.

1.3.7.4 Габаритные размеры шкафов: от малых настенных 300x200x200 мм до больших напольных 800x800x2000 мм.

1.3.7.5 Виды исполнения используемых шкафов:

- одно- и двухдверные;
- с односторонним и двухсторонним обслуживанием;
- с металлическими и прозрачными дверями;
- по способу ввода внешних кабелей: снизу, сверху, сбоку.

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

1.3.7.7 Масса одного собранного шкафа с габаритными размерами 800x800x2000 мм определяется степенью его заполнения модулями, БПИ и другими компонентами и не превышает 300 кг.

1.3.7.8 Конструкция технологических контроллеров должна обеспечивать взаимозаменяемость однотипных модулей.

1.3.7.9 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) ПТК включает в себя:

- ПО отображения информации;
- ПО сбора и хранения информации;
- ПО передачи информации;
- ПО контроля за технологическими процессами и управления технологическим оборудованием.

Для отображения информации используется система InTouch™ фирмы Wonderware, являющаяся объектно-ориентированным интерфейсом "человек - машина" (MMI). InTouch

имеет в своем составе программные инструменты для создания графических элементов (видеокадры), описания их поведения, программные сетевые интерфейсы.

Сервер Приложений, служащий для регистрации и хранения оперативных данных и интерфейса между подсистемой отображения информации и ПО технологических контроллеров, реализован с использованием пакета LabView фирмы National Instruments на объектно-ориентированном графическом языке.

Сбор и хранение архивной информации, а также ее обработка (например, получение отчетов) осуществляется в базах данных, построенных с использованием SQL-сервера фирмы Microsoft.

ПО передачи информации для минимизации накладных расходов при передаче данных по сети реализовано на языках высокого уровня типа C++.

ПО контроля за технологическими процессами и управления агрегатами и механизмами реализовано на технологических языках программирования стандарта IEC 1131-3 в среде разработки IsaGRAF под управлением операционной системы OS-9.

Подробное описание ПО приводится в эксплуатационной документации по проектам, выпускаемой в соответствии с Ведомостью ЭД.

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 ± 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 и вывода, 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, PB-DO16T в комплекте с БПИ FDOOUT2R) – 1500 В.

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 ± 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 незаземленных цепей ввода первичного электропитания и элементом заземления.

1.3.10. Требования к электрическому питанию и потребляемой мощности

1.3.10.1 Электрическое питание технических средств ПТК должно осуществляться от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Электропитание нижнего уровня ПТК также может осуществляться от сети постоянного тока напряжением 220В. В случае применения дублированных источников питания допускается их одновременное запитывание 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

1.3.10.2 Потребляемая мощность ПТК складывается из потребляемой мощности устройств верхнего уровня (компьютеров, принтеров и др.) и потребляемой мощности шкафов технологических контроллеров, шкафов питания, кросс-шкафов. Максимальное значение потребляемой мощности определяется составом и объемом технических средств ПТК.

Номинальная потребляемая мощность компьютера от сети первичного электропитания не более 350 Вт (не считая принтеров и других электромеханических устройств).

Номинальная потребляемая мощность шкафа технологических контроллеров с габаритными размерами 800x800x2000 мм не более 300 ВА.

1.3.11 Требования по стойкости к внешним воздействиям в рабочих условиях

1.3.11.1 Модули ввода/вывода, входящие в состав ПТК, должны сохранять работоспособность при воздействии температуры окружающего воздуха от минус 25°C до плюс 70°C. Возможно использование в ПТК технических средств, сохраняющих работоспособность при температуре окружающего воздуха от минус 40°C до плюс 85°C (имеющих расширенный диапазон рабочих температур).

1.3.11.2 Технологические контроллеры и их компоненты, входящие в состав ПТК, должны сохранять работоспособность при воздействии относительной влажности окружающего воздуха до 95% без конденсации влаги. Существуют варианты исполнения компонентов технологических контроллеров, сохраняющих работоспособность при конденсации влаги.

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

1.3.11.4 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, должны эксплуатироваться в закрытых отапливаемых помещениях со стабильными климатическими условиями согласно категории О4.1 по ГОСТ 15150.

1.3.11.5 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, должны сохранять работоспособность при температуре от плюс 1°C до плюс 40°C, относительной влажности воздуха от 10 до 90% при температуре плюс 30°C (без конденсации влаги).

1.3.11.6 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, без нарушения работоспособности выдерживает кратковременные (3-5 с) статические вертикальные нагрузки на корпус до 0,25 кг/см² при суммарной нагрузке до 80 кг, за исключением декоративных элементов из пластмассы, загрузочных (приемных) узлов встроенных устройств со сменяемыми элементами (типа CD, MOD и др.), интерфейсных разъемов и разъемов питания.

1.3.12 Требования по прочности к внешним воздействиям в транспортной таре

1.3.12.1 Технологические контроллеры и их компоненты, входящие в состав ПТК, в транспортной таре должны выдерживать воздействие температуры окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 85°C.

1.3.12.2 Технологические контроллеры и его компоненты, входящие в состав ПТК, в транспортной таре должны выдерживать воздействие относительной влажности окружающего воздуха 95% при температуре плюс 35°C (без конденсации влаги).

1.3.12.3 Технологические контроллеры и его компоненты, входящие в состав ПТК, в транспортной таре должны выдерживать воздействие механико-динамических нагрузок по ГОСТ12997, действующих в направлении, обозначенном на таре манипуляционным знаком по ГОСТ 14192 «Верх, не кантовать», а именно вибрации по группе N2.

1.3.12.4 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, в упаковке фирмы-изготовителя должны выдерживать воздействие температуры окружающего воздуха от минус 40°C до плюс 60°C.

1.3.12.5 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, в упаковке фирмы-изготовителя должны выдерживать воздействие относительной влажности окружающего воздуха 10 - 92% при температуре плюс 30 °C (без конденсации влаги).

1.3.12.6 Компьютеры и другое активное сетевое оборудование, входящие в состав ПТК, при транспортировании в упаковке фирмы-изготовителя должны выдерживать предельные нагрузки с пиковым ударным ускорением – не более 147 м/с² при длительности действия ударного ускорения – 5 -10 с.

1.3.13 Требования по надежности

1.3.13.1 Среднее время наработки на отказ технологических контроллеров, входящих в состав ПТК, с учетом технического обслуживания, регламентированного инструкцией по эксплуатации, должно составлять не менее:

- для систем с применением резервирования 150000 часов;
- для систем без резервирования 50000 часов.

1.3.13.2 Среднее время восстановления работоспособного состояния технологических контроллеров, входящих в состав ПТК, должно быть не более 1 часа.

1.3.13.3 Средний срок службы технологических контроллеров, входящих в состав ПТК, должен быть не менее 10 лет.

1.3.13.4 Среднее время наработки на отказ устройств верхнего уровня ПТК (АРМы, сервера) с учетом соблюдения правил эксплуатации, регламентированных инструкциями, должно составлять не менее 14000 часов.

1.3.13.5 Значение коэффициента готовности ПТК должно быть не менее 0,996, а для систем с применением резервирования – не менее 0,99999.

1.3.14 Требования к быстродействию

1.3.14.1 Требования к быстродействию ПТК для АСУ ТП тепловых электростанций приведены в Таблице 1.12. Параметры быстродействия не должны выходить за пределы, указанные в РД 153-34.1-35.127-2002.

Таблица 1.12.

№ п/п	Параметры быстродействия	Значение параметра MIF-360	Значение параметра MIF-PPC	Значение параметра MIC-860	Номер пункта методов испытаний
1	Время опроса входных сигналов:				
	- аналоговых:	340 мс	240 мс	280 мс	4.19.2
	- дискретных:	100 мс	20 мс	100 мс	4.19.1
	- инициативных дискретных:	10 мс	2 мс	10 мс	
2	Дискретность и точность привязки меток времени к событиям при регистрации и сохранении в архиве системы	10 мс	1 мс	10 мс	4.19.3
		10 мс	1 мс	10 мс	
3	Время полной смены кадра:	75 мс	75 мс	75 мс	4.19.4
4	Цикл обновления видеокadra:	50 мс	50 мс	50 мс	4.19.5
5	Задержка представления аварийных сигналов:	700 мс	700 мс	700 мс	
6	Общая задержка в передаче информации по каналам технологических защит:	80 мс/ 160 мс	25 мс/ 40 мс	80 мс/ 160 мс	4.19.6
7	Общая задержка сигналов в цепях регулирования и блокировок:	210 мс/ 220 мс	40 мс/ 40 мс	210 мс/ 220 мс	4.19.6
					4.19.7
8	Время квантования импульса регулятора	10 мс	10 мс	10 мс	4.19.8
	Минимальная длительность:	125 мс	125 мс	125 мс	
	Шаг изменения:	10 мс	10 мс	10 мс	
9	Цикл регулирования:	400 мс	280 мс	400 мс	4.19.9
10	Длительность импульса регулирования:	200 мс	200 мс	200 мс	4.19.8
11	Задержка в передаче командных сигналов ДУ:	450 мс	400 мс	450 мс	4.19.11
12	Среднее время передачи команды и получения подтверждения в цепях ДУ:	500 мс	450 мс	500 мс	4.19.12
13	Время доаварийной и послеаварийной регистрации параметров:	96 ч.	96 ч.	96 ч.	4.19.13

1.3.14.2 Требования к быстродействию ПТК для АСУТП ПС

Таблица 1.13.

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Время выдачи команды управления на исполнительный орган (время от момента посылки команды с АРМ обслуживающего персонала до выдачи ее на исполнительный орган)	не более 1-2 с
2	Регистрация аварийных событий (РАС): - точность привязки событий к единому (астрономическому времени); - время записи аварийных событий (доаварийных, аварийных, послеаварийных).	не хуже 1 мс не менее 2,5 с
3	Цикл обновления видеокadra:	не более 1-2 с
4	Время запаздывания передачи ТИ и ТС при передаче телеинформации в диспетчерские центры управления (время запаздывания определяется как время между появлением события и передачей его в каналобразующую аппаратуру на подстанции)	не более 1 с
5	Точность синхронизации всех устройств нижнего уровня	не хуже 1 мс

1.4 Комплектность

Комплект поставки должен содержать:

- оборудование:

- контроллеры технологические;
- шкафы питания;
- технические средства верхнего уровня (серверы, АРМы, коммуникационные средства).

Комплектность поставляемого оборудования определяется «Спецификацией на технические средства ПТК» либо по спецификации заказа.

- документацию:

- комплект эксплуатационной документации в соответствии с «Ведомостью эксплуатационных документов», либо комплект рабочей документации в соответствии с «Ведомостью технорабочего проекта»;
- методики поверки (калибровки) измерительных каналов и измерительных модулей, входящих в состав ПТК.

1.5 Маркировка

1.5.1 Маркировка элементов ПТК должна соответствовать требованиям ГОСТ 22261, ГОСТ 26828 и конструкторской документации предприятия-изготовителя.

1.5.2 Маркировке на предприятии-изготовителе ПТК подлежат следующие компоненты:

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

1.5.3 Содержание маркировки элементов ПТК должно быть следующим:

- на шкафах технологических контроллеров – логотип предприятия-изготовителя ПТК, код KKS контроллера и номер шкафа, знак соответствия ГОСТ Р.
- 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 ПТК должны соответствовать конструкторской документации.

1.5.5 Маркировка транспортной тары технологических контроллеров и их элементов, входящих в состав ПТК, должна соответствовать ГОСТ 14192 и комплекту конструкторской документации.

1.5.6 На транспортную тару шкафов контроллеров и их компонентов должны быть нанесены манипуляционные знаки по ГОСТ 14192 «Осторожно, хрупкое», «Верх», «Бережь от влаги». Возможно нанесение других дополнительных информационных надписей.

1.6 Упаковка

1.6.1 Технические средства ПТК должны быть упакованы в соответствии с комплектом поставки.

1.6.2 Упаковка должна соответствовать требованиям, ГОСТ 12997, ГОСТ 23170 и обеспечивать сохранность технических средств ПТК 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 ПТК.

1.6.4 Технические средства ПТК следует упаковывать в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 40 °С, относительной влажности воздуха до 80% и при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.6.5 Упаковка технических средств ПТК 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 Цоколи шкафов и кабельное оборудование для транспортирования должны демонтироваться и упаковываться отдельно.

1.6.8 Компьютеры АРМ и серверов, источники бесперебойного питания и другое активное сетевое оборудование для транспортирования должны демонтироваться и упаковываться в упаковку предприятия-изготовителя этих средств.

1.6.9 При упаковке технических средств ПТК 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 В шкафу должна быть установлена медная шина сечением не менее 75 мм² 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 мм² (ПУЭ 7 изд., п. 137). К шине должны быть присоединены все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части шкафа.

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

2.5 Изоляция электрических гальванически разделенных цепей питания и входных сигналов ПТК 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.

2.6 Минимально допускаемое электрическое сопротивление изоляции гальванически разделенных цепей питания и входных/выходных сигналов ПТК 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.

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

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

2.9 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.

2.10 Требования безопасности средств вычислительной техники должны соответствовать ГОСТ 21552.

2.11 Металлические части компьютеров, доступные для прикосновения к ним обслуживающего персонала, которые могут оказаться под напряжением в результате

повреждения изоляции и не имеющие других видов защиты, имеют защитное заземление по ГОСТ 12.1.030. На видном месте этих изделий предусмотрены устройства для подключения защитного заземляющего проводника.

2.12 На АРМах и серверах в области, доступной оператору, используются напряжения класса СНН – напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока (ПУЭ и ГОСТ Р 50571.3-94).

2.13 Корректированный уровень звуковой мощности, создаваемой при работе компьютеров и другого активного сетевого оборудования, по ГОСТ 26329 не более 55 дБ, за исключением принтеров и внешних электромеханических устройств.

2.14 Уровень создаваемых электромагнитных полей не превышает норм установленных СанПИН 2.2.2.542-96, ГОСТ 12.1.045 по ЭСП, ГОСТ 12.1.002 по ЭПМ промышленной частоты, ГОСТ 12.1.006 по ЭПМ радиочастот.

2.15 Уровень электромагнитных помех, создаваемый работающими компьютерами и другим активным сетевым оборудованием, не превышает норм, установленных ГОСТ Р 51318.22 для технических средств категории В.

2.16 Общие требования пожарной безопасности обеспечиваются путем использования негорючих материалов для изготовления корпусов технических средств ПТК и наличием защиты электропитания от коротких замыканий.

3 Правила приемки

3.1 Общие требования

3.1.1 Правила приемки и виды испытаний ПТК должны соответствовать ГОСТ 12997, ГОСТ 15.005, ГОСТ 8.001, ГОСТ 8.326, ПР50.2.009.

3.1.2 ПТК должен подвергаться следующим категориям испытаний:

- приемочным;
- сертификационным;
- испытаниям для целей утверждения типа средств измерений;
- испытаниям на соответствие утвержденному типу.

Соответствие показателей надежности ПТК требованиям ТУ оценивается статистическим методом по данным, собранным в процессе эксплуатации.

3.1.3 Объем и последовательность проведения приемочных испытаний, а также испытаний для целей утверждения типа и соответствия утвержденному типу средств измерений должны соответствовать таблице 3.1.

3.1.4 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 испытания

3.2.1 Каждая составная часть ПТК должна подвергаться у изготовителя приемочным испытаниям (приемочному контролю), которые проводит служба технического контроля изготовителя.

3.2.2 Приемочные испытания ПТК на месте эксплуатации проводит заказчик совместно с разработчиком и изготовителем. Приемочные испытания ПТК допускается совмещать с приемочными испытаниями системы (например, АСУ ТП), в состав которой входит ПТК.

3.2.3 Приемочную комиссию утверждают заказчик и разработчик (изготовитель). В состав комиссии включают представителей заказчика (председатель комиссии), разработчика, изготовителя, проектной организации, монтажной, наладочной и ремонтной организаций (при их наличии), а также в зависимости от назначения системы, в которую входит ПТК, представителей государственного надзора.

3.2.4 По результатам приемочных испытаний приемочная комиссия устанавливает соответствие ПТК (и системы в целом) требованиям ТЗ. На основе рассмотрения представленных документов и результатов испытаний комиссия составляет акт приемки ПТК

(и системы в целом). Утвержденный акт приемки является основанием для передачи системы в промышленную эксплуатацию.

3.3 Испытания для целей утверждения типа и соответствия утвержденному типу средств измерения

3.3.1 Порядок проведения испытаний для целей утверждения типа и соответствия утвержденному типу определяется ГОСТ 8.001 и ПР 50.2.009.

3.3.2 Для проведения указанных испытаний рекомендуется комплектовать ПТК из модулей и блоков, имеющихся в производстве на момент испытаний, но модули устройств сопряжения с объектом (УСО) должны быть представлены всеми оговоренными в настоящих ТУ типами.

3.3.3 Для модулей и блоков, прошедших испытания для целей утверждения типа и на соответствие утвержденному типу, в паспортах следует указать наработку (в часах).

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта		Проведение испытания (проверки) при испытаниях:	
		технических требований	методов испытаний	приемочных	для целей утверждения типа
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	1.3.3.2	4.7	+	+
4	Проверка диапазонов измерения измерительных каналов	1.3.3.4, 1.3.3.5, 1.3.3.6, 1.3.3.7	4.7	+	+
5	Проверка перегрузки по измерительному входу	1.3.3.4	4.8	-	+
6	Проверка воспринимаемости дискретных сигналов, представленных изменением уровня напряжения	1.3.4.2	4.9	+	-

№ п/п	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта		Проведение испытания (проверки) при испытаниях:	
		технических требований	методов испытаний	приемочных	для целей утверждения типа
7	Проверка формирования дискретных сигналов, представленных изменением активного сопротивления	1.3.4.3	4.10.1	+	+
8	Проверка формирования дискретных сигналов, представленных уровнями напряжения постоянного тока и переменного тока	1.3.4.3	4.10.2	+	+
9	Проверка времени сохранения информации в энергонезависимой памяти	1.3.2.6	4.3	-	+
10	Проверка времени готовности к работе	1.3.2.7	4.4	+	+
11	Проверка потребляемой мощности	1.3.10.2	4.14	-	+
12	Проверка габаритных размеров	1.3.7.4	4.5	+	+
13	Проверка массы	1.3.7.7	4.6	-	+
14	Проверка взаимозаменяемости однотипных модулей	1.3.7.8	4.21	-	+
15	Испытание на воздействие повышенного (пониженного) напряжения питания, соответствующего рабочим условиям	1.3.10.1	4.13	-	+
16	Испытание на теплоустойчивость и теплопрочность	1.3.11.1	4.15	-	+
17	Испытание на холодоустойчивость и холодопрочность	1.3.11.1	4.16	-	+
18	Испытание на воздействие механико-динамических нагрузок, соответствующих условиям транспортирования	1.3.12.3	4.17	-	+
19	Оценка показателей безотказности	1.3.13	4.18	-	-
20	Оценка среднего срока службы	1.3.13.3	4.18	-	-

№ п/п	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта		Проведение испытания (проверки) при испытаниях:	
		технических требований	методов испытаний	приемочных	для целей утверждения типа
21	Проверка параметров быстродействия ПТК	1.3.14	4.19	-	-
22	Проверка требований безопасности:				
	- элемента для заземления и знака защитного заземления;	2.3	4.20.1	+	+
	- сопротивления между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью контроллера, которая может оказаться под напряжением более 50 В;	2.4	4.20.2	-	+
	- прочности изоляции гальванически разделенных цепей питания и входных - выходных сигналов;	1.3.9.1, 2.5	4.11	+	+
	- электрическое сопротивление изоляции гальванически разделенных цепей питания и входных – выходных сигналов;	2.6	4.12	+	+
	- предупреждающих надписей и знаков;	2.7	4.20.1	+	+
	- световой индикации включения напряжения питания;	2.9	4.20.1	+	+
	- общих требований пожарной безопасности.	2.16	4.20.1	-	+

Примечания:

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

2. Последовательность испытаний может быть изменена.

3.4 Оценка показателей надежности

3.4.1 Оценку времени наработки на отказ и коэффициента готовности ПТК проводят статистическим методом путем сбора статистических данных, полученных из условий эксплуатации системы.

3.4.2 Планирование наблюдений для оценки соответствия требованиям к наработке на отказ на этапе эксплуатации осуществляется по РД 50-690.

3.4.3 Проверку среднего срока службы (см. 1.5.14) проводят путем сбора и обработки статистических данных, полученных в условиях эксплуатации.

3.5 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 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (30 – 80) % при указанной температуре;
- атмосферное давление (84 – 106,7) кПа.

4.1.2 Электрическое питание ПТК осуществляется напряжением переменного тока 220 В с допустимыми отклонениями от минус 30 до плюс 15 % от номинального значения и частотой (50 ± 5) Гц и постоянным напряжением 220В 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 ПТК 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 ПТК 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 Испытание ПТК на воздействие пониженного, повышенного атмосферного давления, повышенной и пониженной относительной влажности воздуха не проводят.

4.1.8 Испытания технических средств верхнего уровня ПТК (компьютеры и активное сетевое оборудование) на стойкость к внешним механико-климатическим воздействиям не проводят. Характеристики средств верхнего уровня гарантируются предприятиями-изготовителями.

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

4.2 Проверка соответствия ПТК технической документации, требованиям настоящих ТУ по комплектности, упаковке и маркировке

Проверку соответствия ПТК 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 ПТК 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 (1.3.2.6) 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 времени готовности ПТК к работе (1.3.2.7) проводят последовательно включая АРМы верхнего уровня и подавая первичное электропитание в шкафы контроллеров.

4.4.1 Время установления рабочего режима измеряют при помощи секундомера от момента подачи первичного электропитания в шкафы контроллеров до момента появления на АРМах верхнего уровня информации о том, что система загружена.

4.4.2 Результаты проверки считают удовлетворительными, если время, измеренное от момента подачи первичного электропитания в шкафы контроллеров до момента появления на АРМах верхнего уровня информации о том, что система загружена, меньше или равно 2 минутам.

4.5 Проверку габаритных размеров шкафов технологических контроллеров (1.3.5.4) проводят металлической линейкой по ГОСТ 427.

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

4.6 Проверку массы шкафов технологических контроллеров в сборе (1.3.7.7) проводят на весах статического взвешивания ГОСТ 29329.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если масса шкафов в сборе не превышает значений, указанных в 1.3.7.7.

4.7 Проверку параметров измерительных каналов ПТК (1.3.3.2, 1.3.3.4, 1.3.3.5, 1.3.3.6, 1.3.3.7), а именно: диапазонов измерения и пределов основной приведенной погрешности измерения проводят с помощью программы «АРМ метролога» по инструкции, изложенной в «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, 1.6, 1.7, 1.8.

4.8 Проверку возможности выдержать перегрузку по измерительному каналу (1.3.3.4) 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 РВ-V35Т в комплекте с БПИ TFCUR
-10 – 10 В	30 В	Для submodule РВ-V35Т

Затем по методике 4.7 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 1.5.

4.9 Для проверки воспринимаемости дискретных сигналов, представленных изменением напряжения постоянного и переменного тока (1.3.4.2), собирается схема, состоящая из лабораторного автотрансформатора (ЛАТР), 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 подается 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 1.10).

4.10 Проверку формирования дискретных сигналов (1.3.4.3) проводят с помощью тестовой программы на АРМе верхнего уровня, формирующей команду, которая должна реализоваться в появлении сигнала на выходе тестируемого канала.

4.10.1 Формирование дискретных сигналов, представленных изменением активного сопротивления (submodule РВ-DO16Т), проверяют с помощью мультиметра цифрового МУ-63 в режиме измерения сопротивления.

Результаты проверки считаются положительными, если при отсутствии сигнала (разомкнутое состояние контактов реле) измеренное значение сопротивления составляет менее 0,2 Ом, а при наличии сигнала (замкнутое состояние контактов реле) измеренное значение сопротивления составляет 200 или более МОм.

4.10.2 Формирование дискретных сигналов, представленных изменением уровня напряжения (субмодуль PB-DOUT2), проверяют с помощью мультиметра цифрового МУ-63 в режиме измерения напряжения. Измерение проводят на нагрузке 24 Ом при напряжении питания тестируемого модуля 24 В.

Результаты проверки считаются положительными, если при отсутствии сигнала (состояние логического «0») измеренное значение напряжения составляет не более 0,15 В, а при наличии сигнала (состояние логической «1») измеренное значение напряжения составляет не менее 22 В.

4.10.3 Формирование дискретных сигналов, представленных изменением активного сопротивления (модуль MIRage-FDO16-TM), проверяют с помощью источника напряжения 24В, нагрузки 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 24 В, а при наличии сигнала (состояние логической «1») измеренное значение напряжения составляет не более 1,4 В.

Испытания повторяют для всех каналов тестируемого модуля.

4.11 Проверку электрической прочности изоляции (1.3.9.1) проводят по методике ГОСТ 12997 на пробойной установке мощностью не более 0,1 кВА. Значения и точки приложения испытательного напряжения должны соответствовать 1.3.9.1.

ПТК считают выдержавшим испытание, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда или шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

4.12 Измерение электрического сопротивления изоляции (1.3.9.2) и проверку гальванического разделения цепей проводят напряжением постоянного тока с помощью мегомметра. Значения испытательного напряжения выбирают 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.

4.13 Испытания ПТК при изменении напряжения первичного электропитания (1.3.10.1) проводят при трех следующих значениях напряжения питания:

- номинальном (220 ± 2) В;

- верхнем (253 ± 1) В;
- нижнем (155 ± 1) В.

Проверяемые при данном испытании характеристики приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта	
	технических требований	методов испытаний
Проверка предела основной приведенной погрешности измерения	1.3.3.2	4.7
Проверка воспринимаемости дискретных сигналов, представленных уровнями напряжения постоянного и переменного тока	1.3.4.2	4.9
Проверка формирования дискретных сигналов, представленных уровнями напряжения постоянного и переменного тока	1.3.4.3	4.10

4.13.1 Устанавливают значение напряжения первичного электропитания равным номинальному значению и проводят испытания, приведенные в таблице 4.2.

4.13.2 Увеличивают значение напряжения первичного электропитания до 242 В и проводят испытания, приведенные в таблице 4.2.

4.13.3 Уменьшают значение напряжения первичного электропитания до 187 В и проводят испытания, приведенные в таблице 4.2.

4.13.4 Результаты испытаний считают удовлетворительными, если при всех трех значениях напряжения электропитания выполняются требования, установленные в таблице 4.2.

4.14 Проверку потребляемой мощности шкафом технологических контроллеров в сборе (1.3.10.2) проводят при верхнем значении напряжения первичного электропитания (1.3.10.1).

В цепь первичного электропитания шкафа последовательно включают амперметр. К клеммам ввода электропитания в шкаф подключают вольтметр. Измеряют напряжение электропитания сети и величину электрического тока, потребляемого шкафом контроллеров. Потребляемую мощность рассчитывают по формуле:

$$P = I \times U,$$

где P – потребляемая мощность, ВА;

I – значение тока, А;

U – напряжение электропитания, В.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если рассчитанное значение мощности не превышает значения, указанного в 1.3.10.2.

4.15 Испытание ПТК на теплоустойчивость и теплопрочность (1.3.11.1, 1.3.12.1) проводят по ГОСТ 22261.

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

4.15.2 Элементы ПТК (крейт с модулями УСО всех указанных в настоящих ТУ типов) помещают в камеру тепла и проверяют характеристики, приведенные в таблице 4.2.

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

4.15.4 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

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

4.15.6 Камеру выключают, ПТК извлекают из камеры и проверяют электрическое сопротивление изоляции на соответствие требованиям 1.3.9.2 согласно методике 4.9.

4.15.7 По окончании проверки сопротивления изоляции выдерживают ПТК в нормальных условиях испытаний в течение 2 часов.

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

4.15.9 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.

4.16 Испытания ПТК на холодоустойчивость и холодопрочность (1.3.11.1, 1.3.12.1) проводят по ГОСТ 22261.

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

4.16.2 Элементы ПТК (крейт с модулями УСО всех указанных в настоящих ТУ типов) помещают в камеру холода и проверяют характеристики, приведенные в таблице 4.2.

4.16.3 При включенном оборудовании (ПТК) 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.

4.16.4 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

4.16.5 ПТК 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.

4.16.6 Камеру выключают, ПТК извлекают из камеры и выдерживают ПТК в нормальных условиях испытаний в течение 2 часов.

4.16.7 Проверяют характеристики, указанные в таблице 4.2.

4.16.8 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.

4.17 Испытание ПТК на воздействие механико-динамических нагрузок, соответствующих условиям транспортирования (1.3.12) проводят по ГОСТ 22261, который допускает испытания на стенде заменять перевозкой испытуемых средств автомобильным транспортом с условиями транспортирования Л по ГОСТ 23170.

4.17.1 В нормальных условиях испытаний проверяют характеристики ПТК, приведенные в таблице 4.2.

4.17.2 Шкаф контроллера упаковывают в транспортную тару в соответствии с требованиями 1.6.

4.17.3 Транспортную тару со шкафом контроллера грузят на автомобиль и возят по дорогам с асфальтовым или бетонным покрытием со скоростью до 40 км/ч. Суммарное расстояние, пройденное автомобилем с тестируемым оборудованием, должно быть 200 км.

4.17.4 Шкаф контроллера распаковывают и проверяют характеристики, приведенные в таблице 4.2

4.17.5 Результаты проверки считают удовлетворительными, если после испытаний выполняются требования, установленные в таблице 4.2.

4.18 Оценку времени наработки на отказ и коэффициента готовности ПТК проводят статистическим методом путем сбора статистических данных, полученных из условий эксплуатации системы.

При эксплуатации ПТК в составе различных АСУ ТП следует вести журнал, в котором фиксировать:

- сведения о наработке;
- моменты возникновения и характер отказов элементов ПТК;
- внешнее проявление отказов;
- результаты анализа отказов составных частей;
- меры, принятые для продолжения работы или восстановления работоспособного состояния ПТК;
- 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.

4.19 Методы проверки параметров быстродействия

Для проведения испытаний по проверке параметров быстродействия ПТК (1.3.14) изготавливается моделирующая станция (МС), предназначенная для формирования и регистрации имитирующих сигналов. МС собирается на базе контроллера с процессорным модулем MIF-PPC и модулями-носителями. На модулях-носителях размещаются

мезонинные модули для формирования дискретных сигналов PB-DO16T, аналоговых сигналов PB-DAC3, регистрации дискретных сигналов PB-DIN3. Для согласования сигналов с блоками полевых интерфейсов ПТК дополнительно к контроллеру МС изготавливаются блоки преобразований уровней сигналов. МС сетевыми кабелями подключается к компьютеру, предназначенному для выполнения функций АРМ МС. Кроме МС в процессе испытаний используется оборудование и измерительные приборы, перечень которых приведен в Приложении Б. Во время испытаний на модуле используется прикладная управляющая программа, включающая регуляторы (не менее трех), логическое управление, параметрические измерения, обработку информации и сервисные функции.

4.19.1 Время опроса дискретных сигналов

Для измерения данного параметра собирается установка, показанная на рисунке 1. Дискретный сигнал, формируемый МС, подается на дискретный вход тестируемого контроллера. С дискретного выхода контроллера сигнал заводится на дискретный вход МС. Входы МС управляются модулем дискретных выходов PB-DO16T, выходы - модулем дискретных входов PB-DIN3.

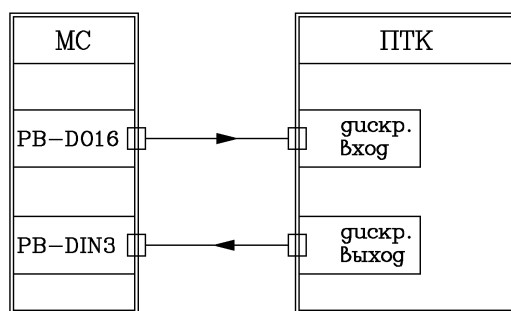


Рисунок 1

Принцип измерения времени опроса состоит в периодической подаче импульса переменной длительности на вход контроллера и отслеживании факта регистрации его контроллером. Измерения и получение результата проводятся по набору статистики и построению графика, отражающего зависимость относительного числа регистрируемых импульсов от их длительности (риунок.2). При длительности импульсов короче времени опроса, такая зависимость должна быть возрастающей, а для длительности большей – равна единице, т.е. все импульсы будут регистрироваться контроллером.

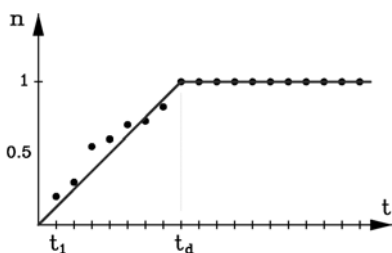


Рисунок 2

Исходя из предложенного принципа, алгоритм измерения строится следующим образом. Программа МС формирует на дискретном входе ПТК импульс длительностью t_1 и

ожидает отклик на своем дискетном входе от ПТК, в котором технологическая программа ретранслирует состояние этого входа на выход, подключенный к МС. Если через время t_{max} МС дождалась отклика, то отмечается факт регистрации импульса. Из числа N таких циклов вычисляется относительное число зарегистрированных импульсов по формуле

$$n_1 = \frac{N_1}{N}, \text{ где } N_1 - \text{ число зарегистрированных импульсов длительностью } t_1.$$

Аналогично делаются серии измерений для импульсов, длительностью t_2, t_3, \dots , из которых вычисляются n_2, n_3, \dots и строится график $n_i(t_i)$. Время, при котором возрастающая зависимость переходит в постоянную зависимость t_d , является результатом измерения.

4.19.2 Время опроса аналоговых сигналов

Измерения времени опроса аналоговых сигналов делаются по тому же принципу, что и для дискретных сигналов. Для измерения данного параметра собирается установка, показанная на рисунке 3. Импульсный аналоговый сигнал формируется с помощью цифро-аналогового модуля РВ-DAC3 так, что величина напряжения может принимать значения 0 и U , попадающие в диапазон измеряемых напряжений тестируемого аналогового входа. С дискетного выхода ПТК сигнал заводится на дискретный вход МС.

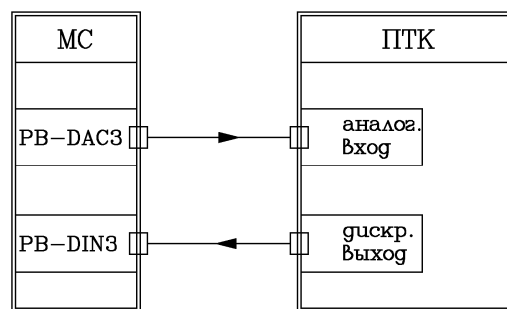


Рисунок 3

Принцип измерения времени опроса состоит в периодической подаче аналогового импульса переменной длительности на вход контроллера и отслеживании факта регистрации его контроллером. Факт регистрации аналогового импульса определяется по критерию, когда при разовом измерении получается величина, попадающая в заданную окрестность ожидаемого значения. Измерения и получение результата проводятся по набору статистики и построению графика, отражающего зависимость относительного числа регистрируемых импульсов от их длительности (рис.2). При длительности импульсов короче времени опроса, такая зависимость должна быть возрастающей, а для длительности большей времени опроса – относительное число регистрируемых импульсов должно быть равно единице, т.е. все такие импульсы будут регистрироваться контроллером.

Исходя из предложенного принципа, алгоритм измерения строится следующим образом. Программа МС формирует на аналоговом входе ПТК импульс отрицательной формы ($U \rightarrow 0 \rightarrow U$) длительностью t_1 и ожидает отклик на своем дискетном входе от ПТК, в котором технологическая программа устанавливает логический сигнал по результату сравнения аналогового сигнала с заданным уровнем U_0 . Если через время t_{max} МС

дождалась отклика, то отмечается факт регистрации импульса. Из числа N таких циклов вычисляется относительное число зарегистрированных импульсов по формуле

$$n_1 = \frac{N_1}{N}, \text{ где } N_1 - \text{ число зарегистрированных импульсов длительностью } t_1.$$

Аналогично делаются серии измерений для импульсов, длительностью t_2, t_3, \dots из которых вычисляются n_2, n_3, \dots и строится график $n_i(t_i)$. Время, при котором возрастающая зависимость переходит в постоянную зависимость, является результатом измерения.

4.19.3 Дискретность и точность привязки меток времени к событиям при регистрации и сохранении в архиве системы

Измерения проводятся на установке, собранной в соответствии с рисунком 4, как для дискретных каналов, так и для аналоговых.

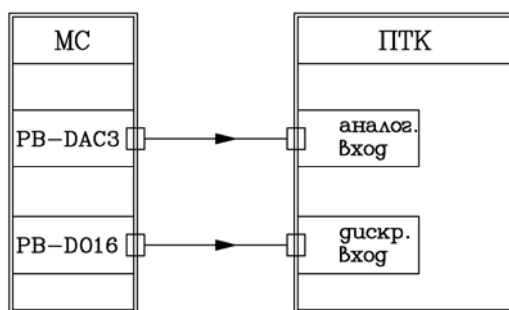


Рисунок 4

Моделирующей станцией (МС) генерируется сигнал типа меандр переменной частоты. ПТК, воспринимая изменения уровней на входе, фиксирует эти изменения в базе данных с метками времени $t_1, t_2, \dots, t_n, t_{n+1}, \dots$. Такой массив временных меток, полученных от сигнала с периодом, меняющимся по закону:

$$T_n = T_0 + \tau \cdot n, \text{ для } n = 0, 1, \dots, T_{\max} / \tau,$$

где n – номер меандра, τ – шаг приращения периода, T_0, T_{\max} – минимальный и максимальный период сигнала, используется для анализа их дискретности и точности. Для этого составляется таблица значений: $\Delta t_1 = t_2 - t_1, \Delta t_2 = t_3 - t_2, \dots$ и строится гистограмма распределения по Δt_n с размером бина не менее шага τ . При отсутствии дискретности временных меток полученное распределение будет равномерным, иначе в распределении будут наблюдаться группы, равноотстоящие друг от друга (рисунок 5). По расстоянию между группами определяется время дискретизации T_D , а по ширине группы – точность фиксируемых временных меток T_E .

4.19.4 Время полной смены видеокadra

Измеряется с помощью фотодатчика (ФД), манипулятора типа «мышь» (ММ), имеющего выход сигнала нажатия левой кнопки, и двухканального осциллографа. Один канал осциллографа подключается к выходу сигнала нажатия клавиши, второй канал – к фотодатчику. Подготавливаются видеокadры с дополнительной визуальной зоной, имеющей чередующийся от кадра к кадру черный и белый цвет. Команда смены кадра выдается по

нажатию кнопки *ММ* и фиксируется по развертке осциллографа на первом канале. Конец смены кадра фиксируется по второму каналу осциллографа от *ФД*, который размещается вблизи дополнительной визуальной зоны. Время полной смены кадра измеряется по задержке от команды до сигнала смены освещенности *ФД*. Делается серия из N измерений и выбирается в качестве результатов максимальное и минимальное время.

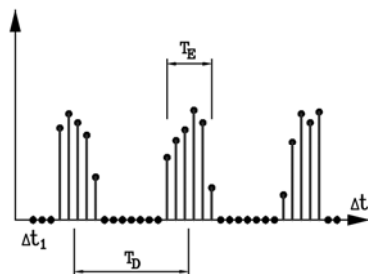


Рисунок 5

4.19.5 Цикл обновления видеокadra

Схема измерения собирается аналогично п.4.19.4. Подготавливается тестовый алгоритм, который по вводу с манипулятора рабочей станции ПТК меняет состояние элемента видеокadra с черного на белый цвет. С помощью осциллографа измеряется время задержки от нажатия кнопки *ММ* до смены цвета элемента. Результат оформляется как оценка верхней границы $t < t_{\max}$, где t_{\max} – наибольшее значение из серии N измерений.

4.19.6 Общая задержка в передаче информации по дискретным каналам технологических защит, блокировок и регулирования

Измерение общей задержки проводится с использованием установки, показанной на рис.1, где дискретные входы и выходы контроллера ПТК выбираются среди каналов технологических защит, регулирования и блокировок. МС изменяет состояние дискретного входа канала ПТК и измеряет время до изменения состояния выходного канала t_n . Число таких измерений проводится N раз по каждому типу каналов и в качестве результатов приводятся значения максимального времени задержки t_{\max} .

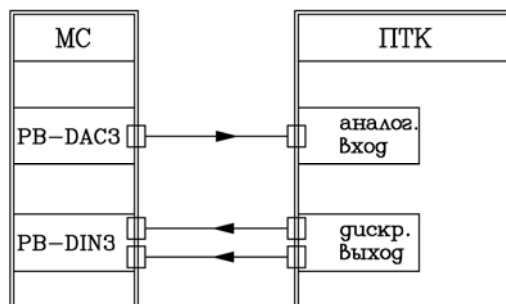


Рисунок 6

4.19.7 Общая задержка в цепях аналогового регулирования

Измерение общей задержки проводится с использованием установки, показанной на рисунке 6, где аналоговый вход цепи регулирования контроллера ПТК подключается к

аналоговому выходу МС, а два сигнала с дискретных выходов управляющего сигнала ПТК подаются на вход МС.

Измерения проводятся для трех уровней аналогового воздействия, попадающих в диапазон измеряемых значений ПТК: $U_A < U_B < U_C$. При попадании измеренного значения аналогового сигнала в диапазон $U_A \pm \Delta$, $U_B \pm \Delta$, $U_C \pm \Delta$, технологическая программа ПТК на дискретных выходах формирует кодовую комбинацию, соответствующую уровням сигналов: для A – 01, для B – 10 и для C – 11. Измерительная программа на МС поочередно устанавливает один из уровней аналогового сигнала и проводит измерения времени задержки прихода ожидаемой комбинации на дискретных линиях. Из полученной серии результатов из N измерений подводится итог, выбранный из максимального времени t_{\max} .

4.19.8 Время квантования импульса регулирования и длительность импульса регулирования

Для измерения вышеуказанных характеристик в цепях авторегулирования к ПТК подключается эмулятор объекта регулирования, реализованный на МС (рисунок 7). Вход параметра регулирования подключается к аналоговому выходу МС, а дискретные сигналы воздействия положительной и отрицательной фазы с выхода ПТК – на дискретные входы МС и одновременно к модулю для измерения временных интервалов РВ-ТРУ.

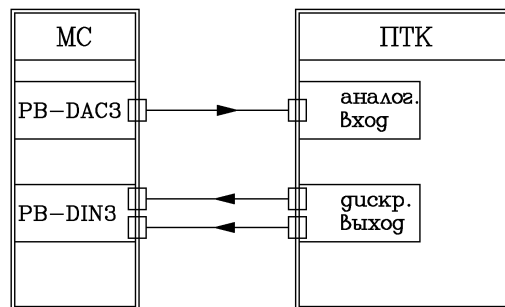


Рисунок 7

На МС запускается программная модель объекта регулирования, математически описываемая фильтром второго порядка:

$$\frac{1}{\omega_0} \frac{dY}{dt} + Y = A \cdot \int_0^t (v_+ - v_-) \cdot dt,$$

или в алгоритмическом представлении:

$$\frac{1}{\omega_0} \frac{Y_n - Y_{n-1}}{\Delta t_n} + Y_{n-1} = A \cdot \sum_n (v_+ - v_-)_n \cdot \Delta t_n$$

где v_+ , v_- – входное воздействие, принимающее значение 0 или 1, в соответствии с сигналами на дискретных входах положительной и отрицательной фазы; Y – регулируемая величина; ω_0 и A – параметры, определяющие свойства объекта. Программа выполняется в реальном масштабе времени с шагом времени Δt много меньшим длительности цикла регулирования.

Одновременно с выполнением программы эмуляции на МС ведется подсчет длительности импульсов регулирования, как для положительной, так и для отрицательной

фазы, а также накопление результатов в форме гистограммного распределения. При этом для обеспечения необходимого диапазона длительности импульсов в моделирующей программе искусственно вносятся периодические возмущения на регулируемую величину. Результат измерения строится на основании полученного распределения замеренных интервалов аналогично п.4.19.3.

4.19.9 Цикл регулирования

Установка для измерения цикла регулирования используется такая же, как в п. 4.19.8 (рис.7). Программа на МС, помимо эмуляции объекта с возмущениями, дополняется средством, позволяющим фиксировать моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_n, t_{n+1} \dots$, когда ширина управляющих импульсов меняется на величину, большую или равную времени квантования, измеренного в п.4.19.8. Так как длительность управляющих импульсов может быть изменена не быстрее, чем за один цикл регулирования, то по минимальному интервалу $t_{n+1}-t_n$ определяется длительность цикла регулирования.

4.19.10 Задержка представления аварийных сигналов

Схема измерения представлена на рисунке 8. На дискретный вход из аварийной группы сигналов ПТК подается сигнал, эмулирующий аварийную ситуацию. Прохождение сигнала отображается на элементе видеокadra изменением цвета с черного на белый и регистрируется фотодатчиком ФД. Время задержки представления сигнала на мониторе измеряется двухканальным осциллографом, подключенным к входу ПТК и к фотодатчику. Результат оформляется по наибольшему значению времени задержки из серии N измерений.

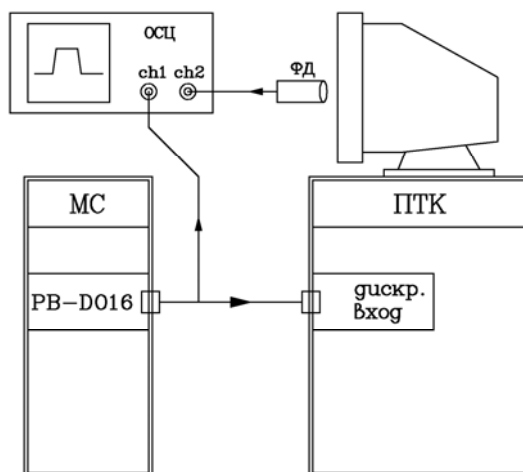


Рисунок 8

4.19.11 Задержка в передаче командных сигналов в цепях ДУ

Измеряется с помощью манипулятора типа «мышь» (ММ), имеющего выход сигнала нажатия левой кнопки, и двухканального осциллографа. Один канал осциллографа подключается к выходу сигнала нажатия кнопки, второй канал – к дискретному выходу ПТК. Команда ДУ выдается по нажатию кнопки ММ и фиксируется по развертке осциллографа на первом канале. Изменение выходного напряжения на соответствующем дискретном выходе

ПТК фиксируется по второму каналу осциллографа. Время задержки измеряется. Делается серия из N измерений и выбирается в качестве результата максимальное время.

4.19.12 Среднее время передачи команды и получения подтверждения в цепях ДУ

Измеряется с помощью фотодатчика ($\PhiД$), манипулятора типа «мышь» ($ММ$), имеющего выход сигнала нажатия левой кнопки, и двухканального осциллографа. Один канал осциллографа подключается к выходу сигнала нажатия кнопки, второй канал – к фотодатчику. Подготавливаются видеокadres с дополнительной визуальной зоной, которая изменяет цвет с черного на белый в зависимости от поданной команды. Команда ДУ выдается по нажатию кнопки $ММ$ и фиксируется по развертке осциллографа на первом канале. Факт изменения изображения фиксируется по второму каналу от $\PhiД$, который размещается вблизи дополнительной визуальной зоны. Время измеряется по задержке от команды до сигнала смены освещенности $\PhiД$. Делается серия из N измерений и выбирается в качестве результата среднее время.

4.19.13 Время доаварийной и послеаварийной регистрации параметров

Время доаварийной и послеаварийной регистрации параметров определяется настройками базы данных истории (БДИ).

4.20 Проверка требований безопасности

4.20.1 Проверку требований безопасности (2.3, 2.7, 2.8, 2.9, 2.11) 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 2.3, 2.7, 2.8, 2.9, 2.11.

4.20.2 Проверку на соответствие требований 2.4 проводят измерением сопротивления с помощью мегомметра в соответствии с таблицей 4.3.

Таблица 4.3

Номер проверки	Измеряемая цепь	
	Цепь 1	Цепь 2
1	Элемент заземления	Стенка шкафа
2	Элемент заземления	Дверца шкафа
3	Элемент заземления	Крепежная рама
4	Элемент заземления	Корпус крейта

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренное значение сопротивления меньше или равно 0,5 Ом.

4.20.3 Методы проверки электрической прочности изоляции и электрического сопротивления изоляции описаны в 4.11 и 4.12 соответственно.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если выполняются требования 1.3.9.1 и 1.3.9.2.

4.21 Проверку взаимозаменяемости однотипных модулей УСО (1.3.7.8) проводят заменой модуля и проведением испытаний в соответствии с таблицей 4.4. Модули для проведения испытаний берут из имеющихся в данное время на предприятии.

Таблица 4.4

Наименование заменяемого модуля	Наименование испытаний (проверок)	Номер пункта	
		Технических требований	Методов испытаний
PB-V35T PB-ADC3	Проверка диапазонов и основной погрешности измерения	1.3.3.2, 1.3.3.4	4.7
MIRage- FTHERM	Проверка диапазонов и основной погрешности измерения	1.3.3.2, 1.3.3.5	4.7
PB-PT100T MIRage-FPT	Проверка диапазонов и основной погрешности измерения	1.3.3.2, 1.3.3.6	4.7
PB-DIN3T PB-TPU	Проверка воспринимаемости дискретных сигналов, представленных изменением напряжения постоянного и переменного тока	1.3.4.2	4.9
PB-DO16T PB-TPU	Проверка формирования дискретных сигналов	1.3.4.3	4.10

Результаты проверки считают удовлетворительными, если после замены модуля выполняются требования, установленные для его проверки в таблице 4.4.

5 Транспортирование и хранение

5.1. Условия транспортирования

5.1.1. При транспортировании упакованных в соответствии с 1.6 технических средств ПТК должны соблюдаться условия в части воздействия механических факторов С 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 ПТК. Транспортирование ПТК 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 ПТК 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 технических средств ПТК 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 ПТК).

6 Указания по эксплуатации

6.1 Наладка, ввод в эксплуатацию и гарантийное обслуживание ПТК 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 технических средств ПТК 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 ПТК специалисты предприятия-потребителя должны выполнять требования и правила, установленные в эксплуатационной документации.

6.4 В процессе эксплуатации ПТК потребитель должен вести формуляр и сообщать изготовителю ПТК данные об их эксплуатационных характеристиках по формам и в сроки, установленные в формуляре.

6.5 Технические средства ПТК должны устанавливаться в местах, где отсутствует вероятность образования взрывоопасных смесей.

6.6 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.

6.7 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 ПТК требованиям настоящих ТУ при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, указанных в настоящих ТУ, а также при условии обслуживания ПТК персоналом, прошедшим специальную подготовку для работы с ПТК «TORNADO».

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

7.3. Изготовитель рассматривает претензии к работе ПТК при наличии на него формуляра. В случае утери формуляра претензии к работе ПТК 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, 4.11
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, 1.3.11.4, 5.2.1
ГОСТ 14254-96	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)	Введение, 1.3.11.3
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия	Введение, 1.1.1, 1.5.1, 4.14, 4.16, 4.17
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	1.3.3.6
ГОСТ Р 8.585-2001	Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования	1.3.3.5
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, 4.17, 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	4.20.1
ПУЭ 7 издание	Правила устройств электроустановок	1.5.3, 2.3, 2.4, 2.11, 2.12
ГОСТ Р МЭК 60950-2002	Безопасность оборудования информационных технологий	1.5.3, 2.3
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

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта ТУ
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	3.4.2
ГОСТ 2.601-95	ЕСКД. Эксплуатационные документы	4.2
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия	4.5
ГОСТ 29329-92	Весы для статического взвешивания. Общие технические требования	4.6
50756329.422212 6 ХХ.001	Комплект конструкторской документации на ПТК «TORNADO»	Введение, 1.1.1
50756329.00.00.000	Комплект программной документации на ПТК «TORNADO»	Введение, 1.1.1
4252-001-50756329-05 ПМ	Комплексы программно-технические «TORNADO» («ТОРНАДО»). Комплексы телемеханики «ТОРНАДО-ТМ». Измерительные каналы. Методика поверки и калибровки	4.7
50756329.ХХХХ.001	Комплект эксплуатационной документации на ПТК «TORNADO»	1.1.1
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	2.3
ГОСТ Р 50571.3-94	Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током	2.4, 2.12
ГОСТ 21552-84	Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение	2.10
ГОСТ 12.1.030-81	ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление	2.11
ГОСТ 12.1.045-84	ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля	2.14
СанПИН 2.2.2.542-96	Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организация работы	2.14
ГОСТ 12.1.002-84	ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах	2.14

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта ТУ
ГОСТ 12.1.006-84	ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля	2.14
ГОСТ Р 51318.22-99	Радиопомехи промышленные от оборудования информационной техники. Нормы и методы испытаний	2.15
РД 153-34.1-35.127-2002	Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУ ТП тепловых электростанций	1.3.14

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 унифицированных сигналов	ИКСУ-2000А	Диапазон воспроизведения тока 0-25 мА с погрешностью $\pm 0,003$ мА, воспроизведения напряжения 0-12 В, с погрешностью ± 3 мВ.	4.7, 4.8, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19, 4.21
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	4.7, 4.8, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19, 4.21
Мегомметр	М4100/4	Класс точности 1,0	4.7, 4.12, 4.19, 4.20
Магазин сопротивления	P4831	Диапазон измерения 111111,1 Ом, класс точности 0,02	4.7, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19
Гигрометр психрометрический	ВИТ-1	Диапазон измерения относительной влажности от 20 до 90%, температуры от 0 до 25°C	4.7, 4.13, 4.19
Лабораторный автотрансформатор	АОСН –2-200-82	Выходное напряжение от 170 до 265 В, выходной ток 1 А, рабочая частота 50 Гц	4.9, 4.13
Вольтметр цифровой	Щ 304-1	Диапазон измерения от 0 до 10 В, класс точности 0,015	4.7, 4.14
Амперметр	Э525	Диапазон измерения переменного тока от 0,05 до 0,3 А с частотой 50 Гц, класс точности 0,5	4.7, 4.14
ПЭВМ	IBM PC	ОЗУ – 16 Мб, HDD – 850 Мб	4.3, 4.4, 4.8, 4.9, 4.10, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19, 4.21
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 ± 3 °C и влажности ± 3 %	4.15, 4.16
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	4.11
Цифровой мультиметр	MY-63 MASTECH	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	4.8, 4.10, 4.13

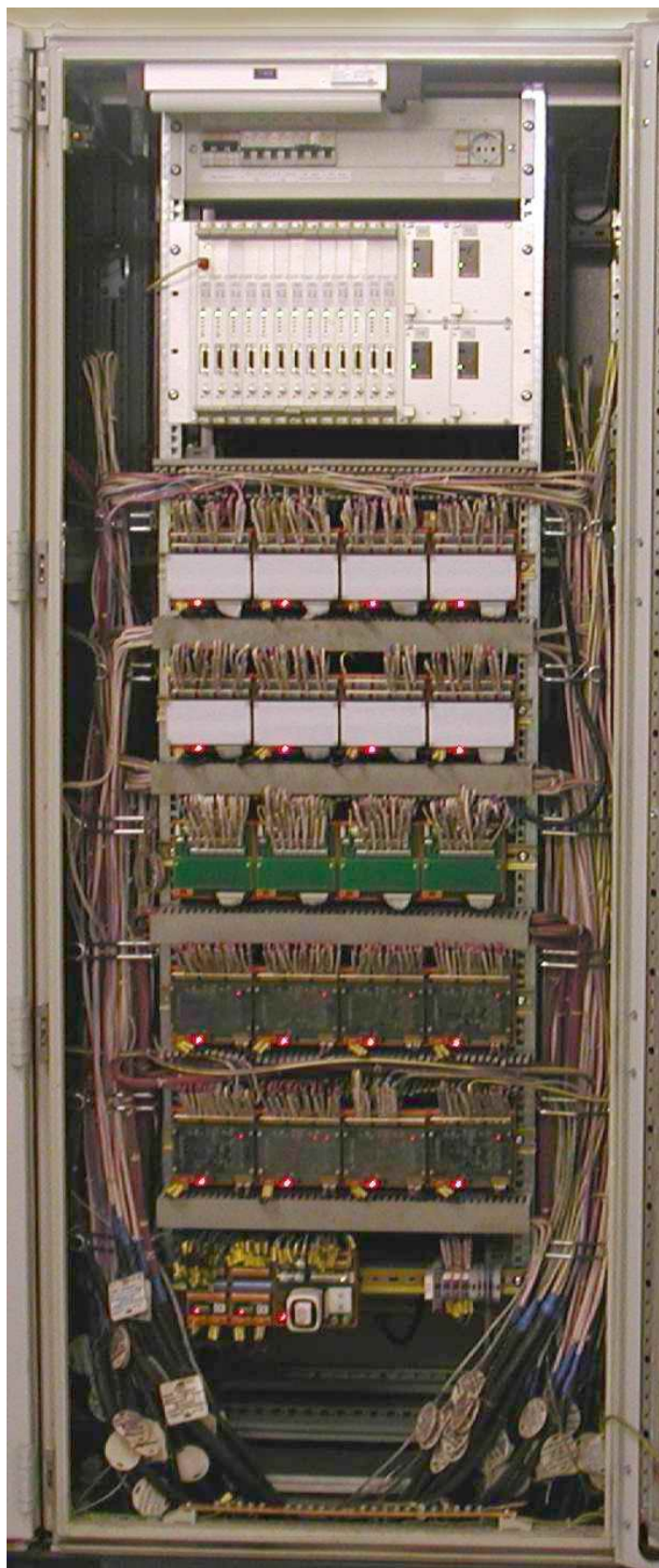
Наименование СИ	Тип СИ или обозначение по ТУ	Требуемые основные технические характеристики СИ	Пункт методики испытаний
Моделирующая станция МС	МС	Контроллер с процессорным модулем MIF-PPC и модулями-носителями. Мезонинные модули для формирования дискретных сигналов PB-DO16T, аналоговых сигналов PB-DAC3, регистрации дискретных сигналов PB-DIN3. Компьютер, предназначенный для выполнения функций АРМ МС	4.19
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов	ИКСУ-2000	Диапазон измерения тока 0-25 мА, измерения напряжения 0-60 мВ, 0-120 В, Измерения сопротивления 0-320 Ом, класс точности при измерении и генерации тока, напряжения и сопротивления 0,02	4.19
Цифровой осциллограф	Tektronix TDS 210		4.19
Манипулятор типа «мышь» с выходом электрического сигнала нажатия левой кнопки			4.19
Фотодатчик			4.19

**ПРИЛОЖЕНИЕ В – Типовые структуры КТС ПТК и АСУТП
сетевого предприятия**

Типовая структура КТС ПТК

Типовая структура АСУТП сетевого предприятия

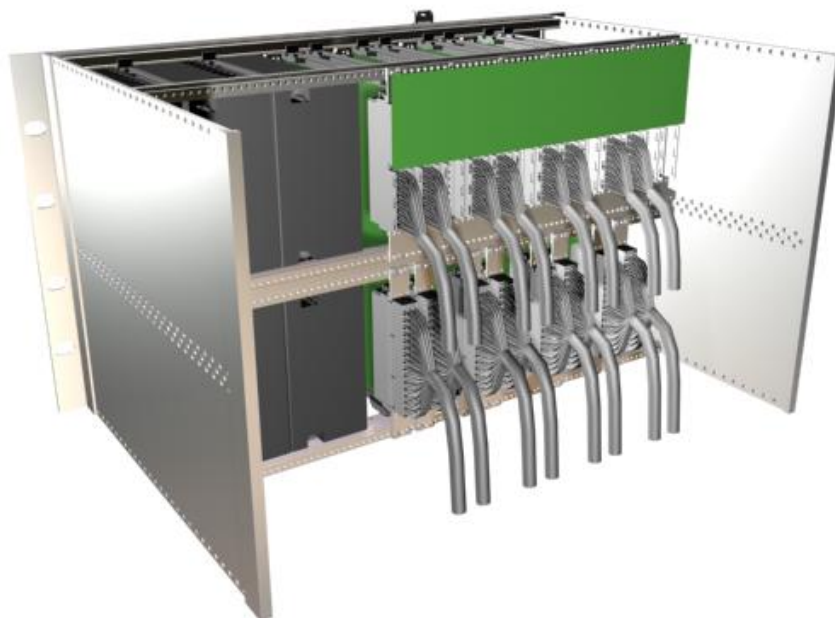
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Компоновка типовых шкафов



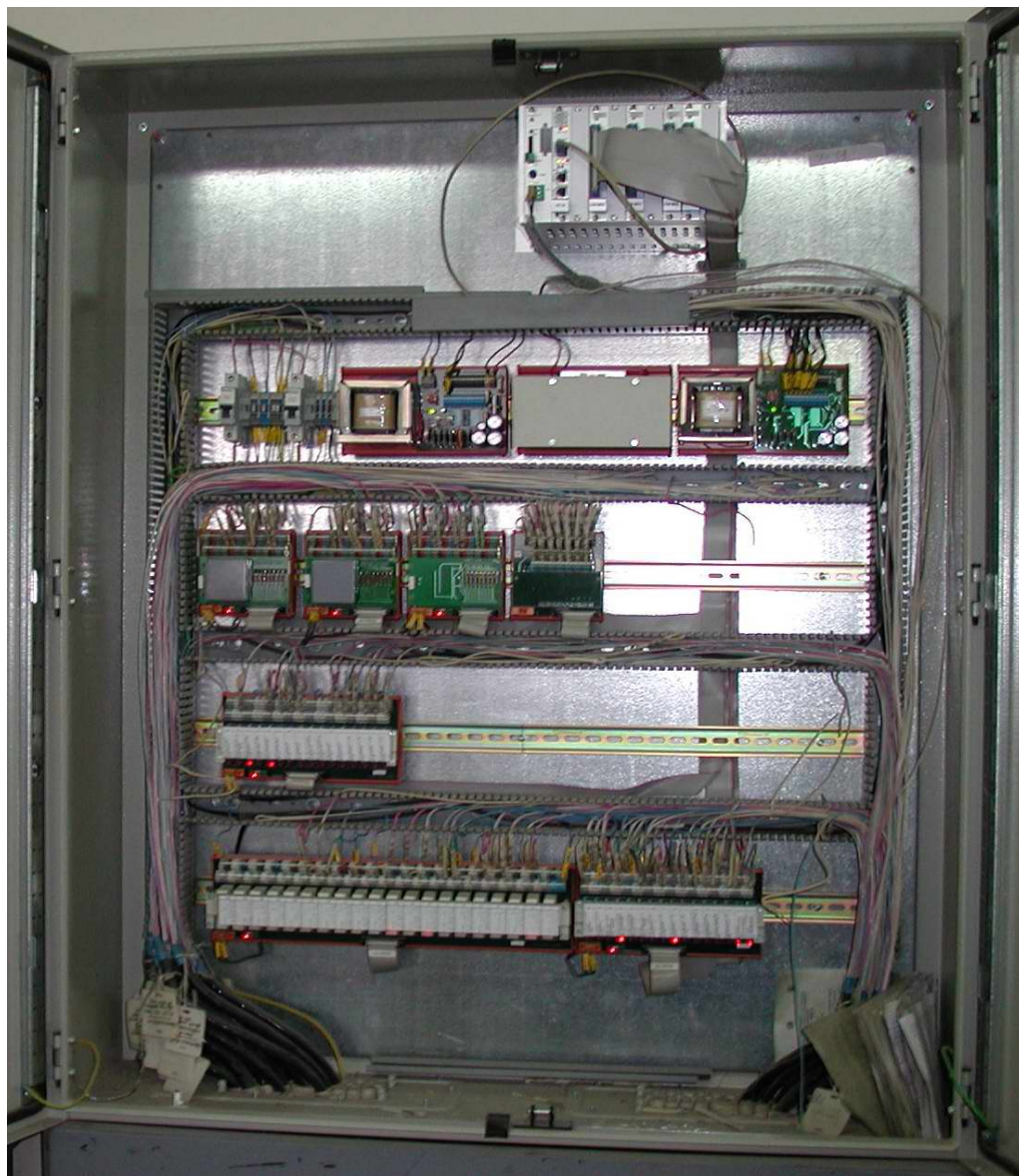
Компоновка типового шкафа КФУ с MIF-крейтом



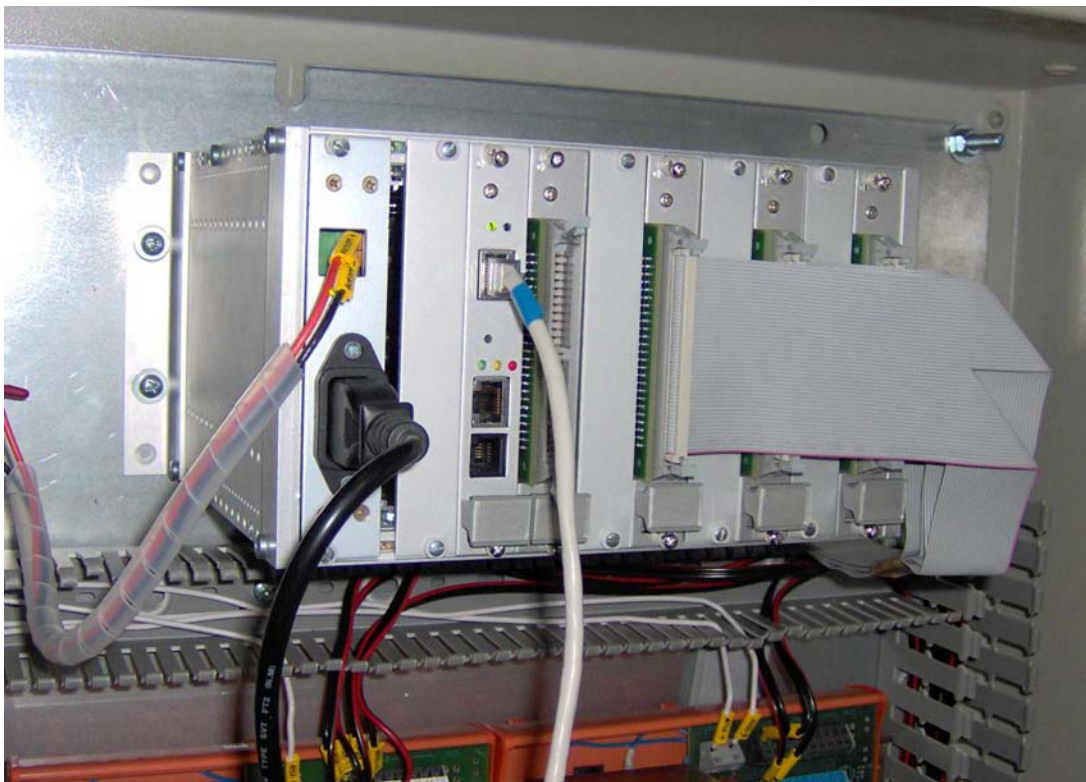
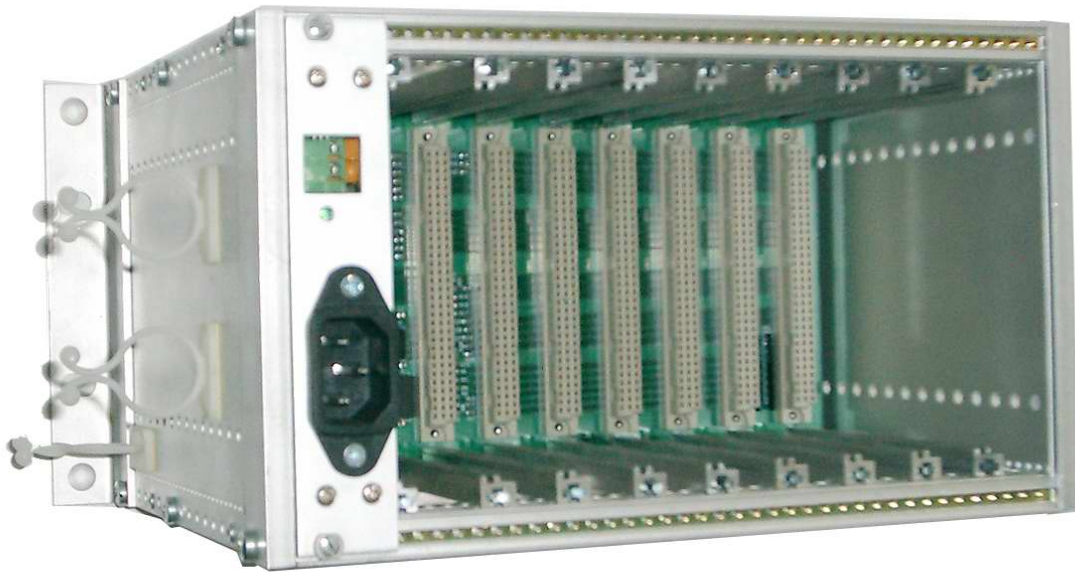
Крейт технологического MIF-контроллера (вид спереди)



Крейт технологического MIF-контроллера (вид сзади)



Компоновка типового шкафа КФУ с МІС-крейтом



Крейт технологического MIC-контроллера (вид спереди)

