

Общество с ограниченной ответственностью
«Модульные Системы Торнадо»

ТЭЦ АО «РУСАЛ Ачинск»

Турбоагрегат ст. №2 P50-130
(инв. №0401567)

Автоматизированная система управления
технологическими процессами

Том 1. Общесистемные решения

Общее описание системы

АБНС.358.ПД

/ Технический директор



С.А. Кулагин

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	изменен- ных	заменен- ных	новых	аннулиро- ванных				

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
1.1 Полное наименование системы	4
1.2 Перечень организаций, участвовавших в разработке системы	4
1.3 Перечень документов, на основании которых создается система	4
2 НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ.....	6
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	7
3.1 Турбина.....	7
3.2 Система маслоснабжения	8
3.3 Регенеративная установка.....	8
4 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПТК «TORNADO-N»	9
5 КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ.....	12
5.1 Показатели надежности системы	12
5.1.1 Расчётная оценка надёжности технических средств ПТК.....	12
5.1.2 Надёжность функций системы	12
5.1.3 Надёжность технологических защит	13
5.2 Быстродействие средств ПТК.....	14
5.3 Точность измерений	15
5.4 Точность отображения информации.....	15
5.5 Точность выполнения управляющих команд.....	15
6 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ.....	16
6.1 Автоматизируемые функции системы.....	16
6.1.1 Перечень автоматизируемых функций.....	16
6.1.2 Информационные функции	16
6.1.3 Управляющие функции.....	17
6.1.4 Функции, обеспечивающие работоспособность системы	18
6.1.5 Средства сопровождения и развития системы	20
7 ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПТК	21
7.1 Структура комплекса технических средств	21
7.2 Средства верхнего уровня системы	21
7.3 Средства нижнего уровня системы.....	25
7.3.1 Устройства связи с объектом	25
7.3.2 Процессорные блоки	28
7.4 Сетевая организация.....	29

						АБНС.358.ПД			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата	Общее описание системы	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Лебедева			ЛБ	10.22		Р	2	48
Проверил	Пронина			П.А.Пр.	10.22				
Н. контр.	Калетина			Кал	10.22				
Нач. отд. пр.	Журавлева			ЖЗ	10.22				
							ООО «Модульные Системы Торнадо»		

7.4.1 Сетевая структура ПТК	29
7.4.2 Организация сети верхнего уровня ПТК	29
7.4.3 Организация сети нижнего уровня ПТК	29
7.5 Решения по электропитанию и заземлению	30
7.5.1 Схема электропитания ПТК	30
7.5.2 Электропитание компьютеров и коммуникационного оборудования	30
7.5.3 Электропитание шкафов нижнего уровня	31
7.5.4 Электропитание датчиков	31
7.5.5 Решения по заземлению	32
8 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВНЕ ПТК	33
9 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ	34
9.1 Состав информационного обеспечения системы	34
9.2 Информационное обеспечение на стадии создания системы	34
10 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ	35
11 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ	36
11.1 Общее описание	36
11.2 Программное обеспечение АРМ	37
12 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	39
12.1 Метрологическое обеспечение ИС АСУТП	39
12.2 Метрологическое обеспечение ПТК «ТОРНАДО-N»	39
12.3 Требования к средствам поверки и контроля	40
13 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПТК С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ	42
14 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А – СХЕМА СТРУКТУРНАЯ КТС	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПТК ТА №2	45
ПРИЛОЖЕНИЕ В – РАЗРЕШАЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ	46

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Полное наименование системы

Полное наименование системы – Автоматизированная система управления технологическими процессами турбоагрегата ст. №2 Р50-130 (инв.№0401567) ТЭЦ АО «РУСАЛ АЧИНСК».

Условное обозначение – АСУТП ТА №2.

В дальнейшем тексте – система или АСУТП.

1.2 Перечень организаций, участвовавших в разработке системы

АО «Калужский завод энергетического машиностроения» – Заказчик;

ООО «Энерго Технология» – Генпроектировщик;

ООО «Модульные Системы Торнадо» – Разработчик и изготовитель программно-технического комплекса;

ТЭЦ АО «РУСАЛ АЧИНСК» – Эксплуатирующая организация.

1.3 Перечень документов, на основании которых создается система

Автоматизированная система управления технологическими процессами турбоагрегата ст. №2 ТЭЦ АО «РУСАЛ АЧИНСК» разрабатывается на основании следующих документов:

– Договор № С-011/22-3 от 25 июля 2022 г. между АО «Калужский завод энергетического машиностроения» (АО «КЗАЭМ») и ООО «Модульные Системы Торнадо»;

– Техническое задание на АСУТП турбоагрегата ст. №2 ТЭЦ АО «РУСАЛ АЧИНСК».

Нормативные документы

– ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.

– ГОСТ Р 2.601-2019 ЕСКД. Эксплуатационные документы.

– ГОСТ 27300-87 Информационно-измерительные системы. Комплектность и правила составления эксплуатационной документации.

– ГОСТ Р 58604-2019 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Тепловые электрические станции. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Условия создания. Нормы и требования.

– ГОСТ Р 59792-2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		4

– ГОСТ Р 59795-2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

– РД 34.35.412-88 (с изм. 1 1990) Правила приемки в эксплуатацию из монтажа и наладки систем управления технологическими процессами тепловых электрических станций.

– РД 153-34.1-35.127-2002 Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций (кроме р. 1, 2, 3 (за искл. п. 3.3.2), 4.1, 4.2, 4.4, 5, 7).

– СО 34.35.101-2003 Методические указания по объему теплотехнических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях.



						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		5

2 НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

2.1 АСУТП ТА №2 предназначена для автоматизации технологического процесса выработки электрической энергии и обеспечивает:

- контроль и автоматизированное управление основным и вспомогательным технологическим оборудованием турбоагрегата во всех эксплуатационных режимах;
- технологическую защиту турбоагрегата;
- диагностику технологического оборудования и оборудования АСУТП;
- архивирование и предоставление информации в виде таблиц, графиков, отчетов и др.

2.2 Центральной частью АСУТП является программно-технический комплекс (ПТК) «ТОРНАДО-N», который включает в себя программируемые средства автоматизации и другие средства вычислительной техники.

ПТК «ТОРНАДО-N» имеет сертификат соответствия РОСС RU.АЯ79.Н19466, выданный 23 декабря 2019 г. Органом по сертификации продукции и услуг ООО «Новосибирский ЦСМ» РОСС RU.0001.10АЯ79 (Приложение В).

ПТК «ТОРНАДО-N» имеет сертификат соответствия ЕАЭС RU.АЯ79.В.00311/19 Серия RU №0127534, выданный 24 декабря 2019 г. Органом по сертификации продукции и услуг ООО «Новосибирский ЦСМ», и соответствует требованиям технических регламентов Таможенного Союза (Приложение В):

- ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»;
- ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

ПТК является средством измерения и подлежит калибровке или поверке в части измерительных каналов при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации. ПТК «ТОРНАДО-N» зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №78043-20 и допущен к применению в Российской Федерации (Сертификат Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии об утверждении типа средств измерений ОС.С.34.004.А №77059).

Кроме ПТК в состав системы входят: датчики сигналов, местные показывающие приборы, исполнительные механизмы ЗРА и МСН, сборки задвижек, местные шкафы и другое оборудование.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		6

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является основное и вспомогательное оборудование турбоагрегата Р50-130 (инв.№0401567).

3.1 Турбина

Предлагаемая турбина Р-50-12,8/0,9 сопрягается с существующим генератором ТВФ-60-2 АО «Элсиб». Паротурбинный агрегат монтируется на существующем фундаменте.

Турбина соответствует ГОСТ 24278-2016 «Установки турбинные паровые стационарные для привода электрических генераторов» и имеет следующие основные характеристики:

Наименование параметра	Значение	
Электрическая мощность, МВт	50	9,76
Параметры свежего пара:		
- давление, МПа	12,8	
- температура, °С	555	
Расход свежего пара, т/ч	338	100
Давление пара на выходе турбины, МПа	0,9	0,9
Температура пара на выходе турбины, °С	236	316
Расход пара на выходе турбины, т/ч	287	93,4
Температура питательной воды, °С	236	188

Турбина допускает возможность параллельной работы по противодавлению как с аналогичными турбинами, так и с РОУ, снабженной автоматическим регулированием давления.

Подогрев питательной воды осуществляется в подогревателях высокого давления за счет отборов из турбины (ПВД №2 и ПВД №3) и противодавления (ПВД №1).

Турбина снабжена валоповоротным устройством, вращающим ротор турбины со скоростью 4 об/мин. Валоповоротное устройство (ВПУ) приводится во вращение от электродвигателя. ВПУ имеет устройство, позволяющее осуществлять поворот ротора вручную, без электропривода.

Лопаточный аппарат турбины рассчитан и настроен на работу при частоте сети 50 Гц, что соответствует частоте вращения ротора 3000 об/мин.

Допускается длительная работа турбины при частоте сети электрического тока от 49,0 до 50,5 Гц.

Пуск турбины может осуществляться на номинальных параметрах пара.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		7

При номинальных параметрах пара перед турбиной:

– турбина обеспечивает длительную работу в регулировочном диапазоне мощности 30-100% номинальной без ограничения времени работы на любом уровне мощности в пределах диапазона;

– турбина обеспечивает длительную работу в регулировочном диапазоне при отклонениях частоты вращения ротора 98-101% номинальной.

Допускается ограниченная работа турбины на холостом ходу.

3.2 Система маслоснабжения

Система маслоснабжения турбины обеспечивает маслом систему регулирования при давлении 2,0 МПа (20 кгс/см²) и систему смазки подшипников турбины и генератора при давлении после маслоохладителей на уровне оси турбины от 0,069 до 0,078 МПа (от 0,7 до 0,8 кгс/см²).

Подача масла в систему регулирования производится центробежным масляным насосом, вал которого соединен с валом турбины.

Масло одновременно подается к двум последовательно включенным инжекторам.

Снабжение маслом подшипников при останове агрегата обеспечивается резервным насосом, а при аварийном падении давления масла – аварийным насосом постоянного тока.

Для охлаждения масла предусматриваются два выносных маслоохладителя.

Система маслоснабжения включает в себя систему маслоочистки для удаления механических примесей и воды.

3.3 Регенеративная установка

Регенеративная установка предназначена для подогрева питательной воды паром, отбираемым из противодавления, нерегулируемых отборов и из системы уплотнений турбины и включают в себя три подогревателя высокого давления, эжектор уплотнений, и трубопроводы с необходимой арматурой.

Подогреватели высокого давления (ПВД) №№1,2,3 должны последовательно подогревать питательную воду после деаэратора в количестве 105% от расхода пара турбиной на данном режиме.

Для обеспечения нормальной работы системы уплотнений турбины используются эжектор уплотнений, к которому должна быть подведена деаэрированная обессоленная вода.

На трубопроводах отбора на ПВД №3,2 и на линии дополнительного нерегулируемого отбора устанавливаются обратные клапаны типа КОС.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		8

4 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПТК «TORNAДО-N»

4.1 Система построена на базе ПТК «ТОРНАДО-N», разработанного компанией «Модульные Системы Торнадо».

В архитектуре ПТК «ТОРНАДО-N» все элементы системы подключаются непосредственно к единой системной магистрали обмена данными – Ethernet. Сеть Ethernet выполняет функции интеграции всех элементов системы управления, включая устройства распределенного ввода/вывода (УСО). Следствием прямого подключения элементов ввода/вывода в общесистемную магистраль Ethernet является то, что процессорные блоки контроллеров и устройства ввода/вывода не привязаны жестко друг к другу, что позволяет свободно размещать шкафы УСО по территории объекта управления, в том числе вблизи технологического оборудования.

Системная магистраль обмена данными выполнена дублированной, что позволяет системе сохранять работоспособность при отказе одного канала связи. В качестве информационной магистрали используется стандартная среда передачи данных Ethernet (100/1000 Мбит/с).

Устройства серии MIRage-N объединяют функции ввода/вывода и кроссовых устройств: полевой кабель подключается непосредственно к клеммам устройства.

Архитектура системы позволяет производить безударную замену любых устройств ПТК (устройств ввода/вывода, процессорных устройств, АРМ, источников питания, коммуникационного оборудования). Конструкция устройств такова, что замена неисправных элементов происходит без демонтажа полевых кабелей. Для подключения внешних цепей используются пружинные клеммы WAGO, не требующие периодического обслуживания.

В системе реализован фиксированный цикл опроса всех устройств. Возможность одновременного опроса нескольких устройств, заложенная в идеологию Ethernet, избавляет от необходимости пассивного ожидания ответа.

Архитектура системы свободна от ограничений по взаимодействию между процессорными устройствами и устройствами ввода/вывода. Любое процессорное устройство может напрямую взаимодействовать с любым устройством ввода/вывода, и с любым устройством ввода/вывода может напрямую взаимодействовать одновременно несколько процессорных устройств.

ПТК является устойчивым к любому единичному отказу, т.е. не имеет «критических» элементов отказа, отказ одного из которых может привести к заметной или существенной потере функциональности.

4.2 Комплекс технических средств системы структурирован в соответствии с разделением объекта на функциональные узлы. ПТК «ТОРНАДО-N» относится к проблемно-ориентированным изделиям: состав функциональных блоков (устройств) определяется конфигурацией каналов ввода/вывода и набором реализуемых функций.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		9

ПТК построен по иерархическому принципу, в нем выделено два уровня: верхний и нижний (рисунок 4.1).

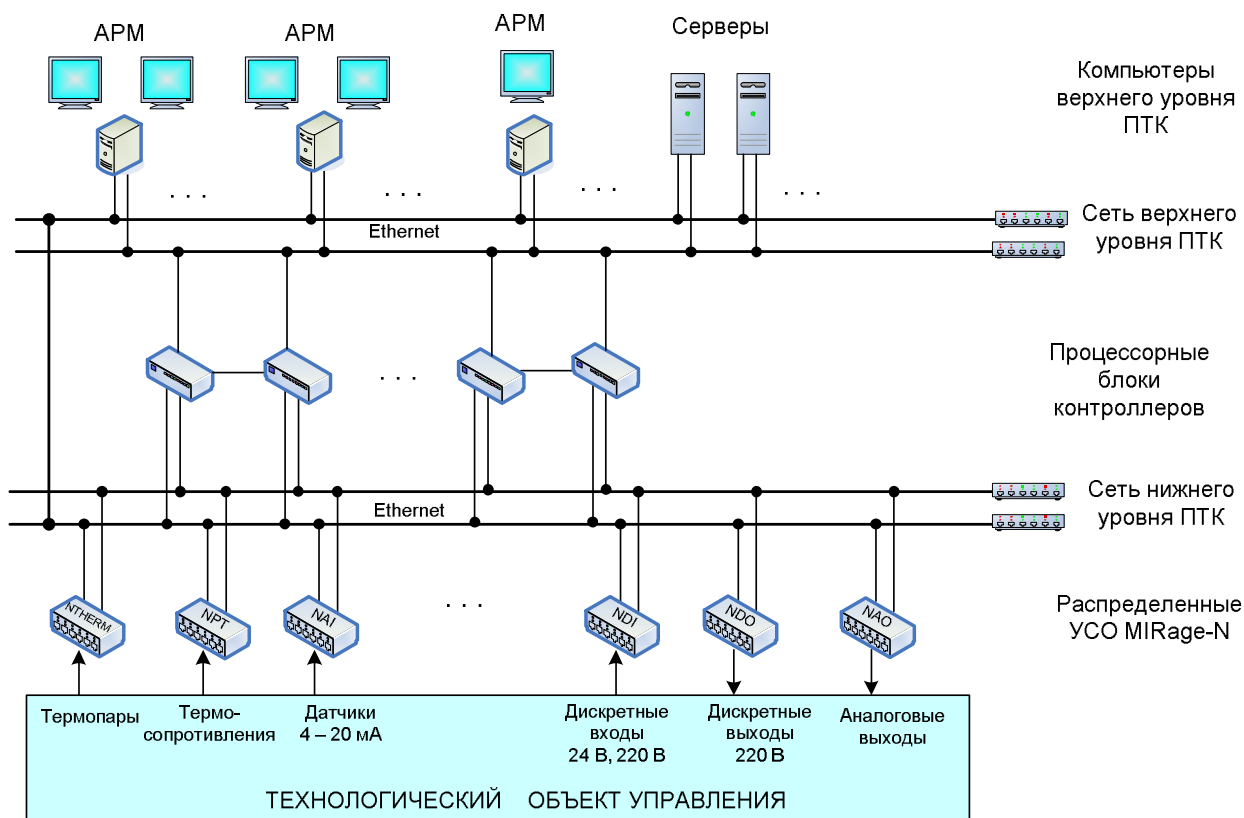


Рисунок 4.1 – Архитектура системы на базе устройств серии MIRage-N

4.3 На верхнем уровне обеспечивается интерфейс с оперативным и инженерным персоналом (человеко-машинный интерфейс), формирование архивов, выполнение расчетных и других задач.

К верхнему уровню относятся компьютеры автоматизированных рабочих мест (АРМ) оперативного и инженерного персонала, серверы, коммуникационное оборудование, устройства бесперебойного электропитания.

Компьютеры верхнего уровня ПТК выполнены на PC-совместимых компьютерах. Компьютеры оборудуются жидкокристаллическими мониторами, стандартными клавиатурами и манипуляторами «мышь».

Для подключения АРМ к дублированной локальной сети верхнего уровня каждый из системных блоков имеет по два интерфейса Ethernet, работающих со скоростью 100 Мбит/с.

Программное обеспечение (ПО) компьютеров работает под управлением операционной системы Microsoft Windows 10. Кроме того, на каждое АРМ установлено свое программное обеспечение, под управлением которого АРМ выполняет свои функции. Функционал компьютеров АРМ определяется паролем при входе в систему.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		10

В системе используются клиент-серверные технологии. Сервер приложений является связующим звеном между АРМ оперативного персонала (визуализация) и уровнем управления (контроллерами).

Для хранения архива данных, сигнализации, истории переключений, выполнения расчетов и других задач в системе имеется дублированный сервер баз данных. Используется реляционная база данных типа Microsoft SQL Server.

Кроме дублирования самих системных блоков основных серверов, в них могут быть дублированы узлы, влияющие на надежность (блоки питания, сетевые интерфейсы, жесткие диски).

4.4 Нижний уровень представлен процессорными устройствами (процессорными блоками), выполняющими программы управления, и устройствами сопряжения с объектом (УСО) серии MIRage-N, осуществляющими связь с технологическим оборудованием.

Процессорные блоки (ПБ) являются активными устройствами, они производят опрос УСО. УСО осуществляют ввод/вывод сигналов от/к технологического оборудования. Благодаря наличию встроенного микропроцессора, в УСО производится первичная обработка сигналов (линеаризация, масштабирование, табличные преобразования и др.).

Алгоритмы управления выполняются в резервированных процессорных блоках Advantech под управлением ОС Windows 7 Embedded и с использованием исполнительной среды реального времени ISaGRAF для прикладных программ управления.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		11

5 КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

5.1 Показатели надежности системы

5.1.1 Расчётная оценка надёжности технических средств ПТК

Среднее время наработки на отказ процессорных устройств и устройств распределенного ввода/вывода, входящих в состав ПТК, с учетом технического обслуживания, регламентированного инструкцией по эксплуатации, составляет не менее 150000 часов для систем с применением резервирования.

Среднее время восстановления работоспособного состояния процессорных устройств и устройств распределенного ввода/вывода, входящих в состав ПТК, не более 1 часа.

Срок службы базовых элементов ПТК (оборудование шкафов контроллеров и шкафа питания и коммуникаций, за исключением размещенных в нем заменяемых узлов) – не менее 15 лет. Срок службы заменяемых узлов: компьютеров верхнего уровня – не менее 5 лет, блоков питания компьютеров – не менее 3 лет, манипуляторов мышь – 1 год. Срок службы ПТК должен составлять не менее 15 лет, в течение которого производится замена элементов, не относящихся к базовым.

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

Значение коэффициента готовности ПТК – не менее 0,996, а для систем с применением резервирования – не менее 0,999.

5.1.2 Надежность функций системы

Таблица 5.1 – Показатели надежности

Функция	Средняя наработка на отказ, тыс. час, не менее	Среднее время восстановления, час, не более
Сбор и предварительная обработка аналоговой (дискретной) информации:		
- отказ одного канала	30	1
- одновременный отказ двух или более каналов в одном УСО	200	1
Передача данных по интерфейсным каналам:		
- невозможность обмена данными с любым контроллером	50	1
- невозможность обмена данными между тремя или более контроллерами	100	1
Технологическая сигнализация:		
- отказ одного канала	30	1
- отказ более чем одного канала	100	1

Функция	Средняя наработка на отказ, тыс. час, не менее	Среднее время восстановления, час, не более
Представление информации:		
- отсутствие динамической информации по одному каналу	10	1
- невозможность вызова всех видеogramм на одном АРМ	20	1
- невозможность вызова всех видеogramм на всех АРМ	100	1
Автоматическое регулирование:		
- отказ одного контура АСР	20	1
- одновременный отказ всех АСР в одном контроллере	50	1
Логическое управление:		
- отказ одной программы логического управления	20	1
- одновременный отказ всех программ одного контроллера	50	1
Дистанционное управление:		
- невозможность управления по одному каналу	50	1
- невозможность управления по двум и более каналам	100	1
- ложное срабатывание по одному каналу	500	1
Регистрация аварийных событий:		
- отказ по одному параметру РАС	20	1
- полный отказ РАС	100	1
Архивирование параметров (на один параметр)	10	1
Расчетные функции (расчет вторичных параметров, учет коммерческих показателей и т.д.): отказ функции	10	2

Примечания:

1. Восстановление функции – путем замены типового устройства ввода/вывода из состава ЗИП.
2. Все значения показателей – без учета надежности оборудования вне ПТК.

5.1.3 Надёжность технологических защит

Показателями аппаратной надежности микропроцессорных устройств (МПУ) технологических защит (ТЗ) являются:

- вероятность несрабатывания защиты при запросе;
- вероятность ложного срабатывания.

Требования к надежности отдельной ТЗ определяются принадлежностью данной ТЗ к той или иной группе: А или Б.

К группе А относятся защиты, срабатывающие в аварийных ситуациях, создающих опасность для жизни персонала и сохранности оборудования.

Защиты группы Б срабатывают в аварийных ситуациях, создающих опасность повреждения оборудования или сокращения его ресурса.

Для каждой защиты, реализуемой в микропроцессорных устройствах (МПУ), рассматриваются отказы:

- критический – приводящий к несрабатыванию при запросе хотя бы одного из особо важных в технологическом отношении исполнительных органов данной защиты;

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		13

– некритический – приводящий к несрабатыванию любого из исполнительных органов рассматриваемой защиты, не являющегося особо важным.

Среднее время устранения неисправности, обнаруженной средствами диагностики, для технологических защит должно быть не более 2 часов. В таблице 5.2 приведены показатели аппаратной надежности технологических защит, реализованных в АСУТП (на одну ТЗ).

Таблица 5.2

Защиты, реализуемые в МПУ ТЗ	Вероятность несрабатывания при запросе, не более		Параметр потока ложных срабатываний, 1/год, не более
	критический отказ	некритический отказ	
1. Группа А	0,002	0,01	0,02
2. Группа Б	0,007	0,03	0,05

Показатель суммарного потока ложных срабатываний для всех технологических защит группы А не превышает 0,05/год, группы Б - 0,15/год.

5.2 Быстродействие средств ПТК

Параметры быстродействия системы на базе ПТК «ТОРНАДО-N» в сравнении с требованиями РД 153-34.1-35.127-2002 «Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций» приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Показатели быстродействия ПТК «ТОРНАДО-N»

Наименование параметра	Требования РД 153-34.1-35.127-2002, п.4.3	Показатели ПТК «TORNADO-N»
Периодичность опроса сигналов, обеспечивающая требования по точности фиксации событий и значений аналоговых сигналов по отношению к системному времени ПТК (в зависимости от динамических свойств параметра): - дискретных инициативных - аналоговых и дискретных	10 – 500 мс 0,1 – 2 с	10 мс 10 мс
Задержка с момента вызова стандартной оперативной видеogramмы (мнемосхемы, меню, изображения в окне управления) на экран видеотерминала до ее полного появления	2 – 2,5 с	< 2 с
Цикл обновления оперативной (текущей) информации на видеотерминалах	1 – 2,5 с	< 1 с
Задержка передачи информации об аварийной ситуации	0,5 – 1 с	< 0,25 с
Задержка передачи информации для предупредительной сигнализации	0,5 – 1 с	< 0,5 с
Время выдачи управляющего воздействия по каналам технологических защит при обнаружении аварийной ситуации	0,1 – 0,2 с	< 0,05 с
Импульсы, подаваемые на исполнительный механизм (настраиваемый параметр): - минимальная длительность - шаг изменения, не более	0,125 с 0,1 с	Прим.1 Прим.1
Время квантования длительности импульса регулятора	0,1 с	Прим.1
Среднее время передачи команды и получения подтверждения со стороны исполнительного устройства (без учета задержек обработки команды управления исполнительным устройством – люфт и т.д.)	1,5 – 2 с	< 1 с

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		14

Наименование параметра	Требования РД 154-34.1- 35.127-2002, п.4.3	Показатели ПТК «TORNADO- N»
Общая задержка в передаче управляющих воздействий персонала по контуру дистанционного управления	1,0 с	< 0,25 с
Общая задержка в передаче информации по контуру регулирования или управления нижнего уровня (штатные блокировки) от датчика до исполнительного механизма	-	< 60 мс
Общая задержка в передаче обратных сигналов об изменении дискретного состояния объектов управления	-	< 0,5 с
Общая задержка прохождения команды от аварийной кнопки до отображения ответной информации	-	< 0,5 с

Примечание:

Показатель зависит от цикла исполнения программы в ISaGRAF, установленного наладчиком.

Если цикл равен 25 мс, то показатель может принимать значения 25, 50, 75, 100, 125, ... мс.

Если цикл равен 50 мс, то показатель может принимать значения 50, 100, 150, ... мс.

Если цикл равен 100 мс, то показатель может принимать значения 100, 200, ... мс.

5.3 Точность измерений

Метрологические характеристики измерительных каналов, используемых в схемах регулирования, технологических защит и сигнализации, определяется:

- в ходе испытаний в целях утверждения типа средств измерений, для каналов используемых для измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- по результатам калибровки для каналов, используемых для измерений вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Погрешность каналов управления определяется по результатам их испытаний.

Погрешность измерительных каналов, отнесенных к индикаторам, не нормируется.

Погрешность сигналов по положению (степени открытия) исполнительных механизмов не нормируется.

Погрешность регистрации времени событий по отношению к системному времени ПТК составляет не более 10 мс.

5.4 Точность отображения информации

Значения параметров, отображаемых посредством цифровой индикации и цифровой печати, имеют разрядность не менее трех значащих цифр.

5.5 Точность выполнения управляющих команд

Для регулирующих органов длительность подачи на исполнительный механизм управляющего напряжения не отличается от длительности подачи управляющего воздействия более чем на 10 мс.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		15

6 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

6.1 Автоматизируемые функции системы

6.1.1 Перечень автоматизируемых функций

Комплекс автоматизированных функций системы включает:

- информационные функции, включая получение, первичную и специальную обработку, накопление, хранение и представление информации, а также решение информационно-вычислительных задач;
- управляющие функции, включая технологические защиты, блокировки и все виды автоматического, автоматизированного и дистанционного управления;
- функции, обеспечивающие работоспособность системы;
- функции, обеспечивающие создание и сопровождение системы.

По режимам работы функции системы делятся на:

- оперативные функции, которые связаны с текущим управлением, сбором и представлением информации, диагностикой и реконфигурацией схем в темпе процесса, а также формированием отчетов для оперативной работы;
- неоперативные функции, которые не связаны жестко с темпом протекания процесса и заключаются в обработке, хранении, передаче и представлении информации, используемой в неоперативном управлении, планировании, обслуживании, ремонте и т.п.

6.1.2 Информационные функции

6.1.2.1 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;
- усреднение хранимых данных для увеличения глубины архива;

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		16

- отображение текущей информации о состоянии на видеокадрах АРМ машиниста (оператора) и на приборах, установленных по месту;
- технологическая сигнализация, аварийная сигнализация, в том числе о ходе срабатывания защит.

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

- оперативная информация о ходе пуска/останова агрегата;
- дополнительная информация о ходе срабатывания защит;
- оперативная информация о параметрах в виде графиков, таблиц, гистограмм;
- формирование и печать оперативных отчетов.

6.1.3 Управляющие функции

6.1.3.1 Управляющие функции, выполняемые автоматически

6.1.3.1.1 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 при повреждении оборудования или недопустимом отклонении параметров;
- переход на новый режим работы при отключении механизма или агрегата с удержанием возможной нагрузки.

6.1.3.1.2 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.

6.1.3.2 Управляющие функции, выполняемые оперативным персоналом

6.1.3.2.1 С воздействием на технологическое оборудование:

- управление исполнительными механизмами с щита управления или по месту;
- подмена отказавших автоматических функций;
- воздействие на технологический процесс в непредвиденных и предаварийных режимах;
- отключение оборудования при нераспознанных автоматическими системами нарушениях.

6.1.3.2.2 С воздействием на схемы управления:

- выбор режима работы автоматических регуляторов;

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		17

- 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.

6.1.4 Функции, обеспечивающие работоспособность системы

6.1.4.1 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 инженера и на АРМ машиниста (оператора) при отказе программно-технических средств с указанием устройства, места, времени и вида отказа;
- сигнализация на АРМ машиниста (оператора) 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.

6.1.4.2 Функции, обеспечивающие работоспособность системы, выполняемые оператором:

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

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		18

6.1.4.3 Функции, обеспечивающие работоспособность системы, выполняемые инженером АСУТП:

- 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;
- 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.

6.1.4.4 Функции, обеспечивающие защиту компьютеров верхнего уровня в сети АСУТП от вирусов, выполняемые лицом с полномочиями администратора системы:

- регулярная регламентная проверка наличия вирусов на компьютерах АСУТП;
- проверка новых файлов на наличие вируса с последующим копированием через сеть на компьютеры АСУТП;
- регулярное обновление банка существующих вирусов антивирусной программы без обращения к сети Internet;
- анализ выявленных вирусов и устранение последствий его проявлений;
- ведение журнала регламентного обслуживания.

В журнале регламентного обслуживания должны регистрироваться записи:

- об обновлении антивирусных баз данных на АРМ;
- о проведенных проверках;
- о созданных резервных копиях.

В оперативном журнале должны регистрироваться все случаи нештатного рестарта компьютеров (с выключением питания или кнопкой «Reset»).

На всех удаленных компьютерах, подключенных к дублированной сети Ethernet АСУТП, выполняются регламент доступа, правила безопасного копирования файлов и установки новых программ на компьютеры.

Рекомендации по организации антивирусной безопасности подробно описаны в одноименном документе, передаваемом разработчиком ПТК Заказчику.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		19

6.1.5 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 входит:

- система технологического программирования ISaGRAF;
- система создания видеокадров E-SCADA;
- система конфигурирования АСУТП;
- система управления базами данных.

						АБНС.358.ПД	Лист
							20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

7 ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПТК

7.1 Структура комплекса технических средств

7.1.1 Структурная схема комплекса технических средств (КТС) приведена в Приложении А. Система организована по иерархическому принципу. В ПТК выделено два уровня иерархии: верхний и нижний.

7.1.2 Верхний уровень системы обеспечивает взаимодействие операторского и инженерного персонала с управляемым технологическим оборудованием, организует работу системы и подготовку массивов информации для использования её неоперативным административно-техническим персоналом станции. Кроме того, верхний уровень обеспечивает взаимодействие инженера АСУТП с обслуживаемым ПТК.

К верхнему уровню ПТК турбоагрегата №2 относятся следующие технические средства:

- АРМ 1,2 машиниста (оператора-технолога) – 2СКЕ01 и 2СКЕ02;
- АРМ инженера АСУТП – СКФ01;
- шкаф питания, серверов и коммуникаций – СКР01;

7.1.3 Нижний уровень ПТК обеспечивает выполнение функций контроля и управления технологическими функциональными узлами. На нижнем уровне устанавливаются шкафы процессорных блоков и УСО (контроллеров), связанные между собой сетью Ethernet 100/1000 Мбит/с.

7.1.4 Связь между верхним и нижним уровнями ПТК обеспечивается по дублированному интерфейсу Ethernet по протоколу Modbus TCP/IP.

7.1.5 Непосредственно на технологическом оборудовании расположено оборудование АСУТП, не входящее в ПТК (оборудование полевого уровня): датчики, электроприводы, приборы местного контроля, посты и щиты местного управления.

7.2 Средства верхнего уровня системы

К верхнему уровню (ВУ) ПТК относятся автоматизированные рабочие места (АРМ), серверы, коммуникационное оборудование и инверторы.

Все автоматизированные рабочие места (АРМ) выполнены на РС-совместимых компьютерах. Компьютеры оборудуются жидкокристаллическими мониторами, стандартными клавиатурами и манипуляторами «мышь».

Для подключения АРМ к дублированной локальной сети верхнего уровня каждый из системных блоков имеет по два интерфейса Ethernet, работающих со скоростью 100 Мбит/с.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		21

Программное обеспечение (ПО) компьютеров работает под управлением операционной системы Microsoft Windows 10. Кроме того, на каждое АРМ установлено свое программное обеспечение, под управлением которого АРМ выполняет свои функции.

Функционал компьютеров АРМ определяется паролем при входе в систему.

АРМ машинистов 1 и 2 состоит из двух одномониторных станций, которые размещаются в оперативном контуре ГрЩУ-1. АРМ машинистов автономны, работают независимо и взаимно резервируют друг друга.

Функции операторских станций:

- отображение состояния технологического оборудования и параметров технологического процесса;

- сигнализация о событиях в системе (световой и звуковой);

- дистанционное управление исполнительными устройствами;

- ввод заданий регуляторам;

- просмотр протоколов, отчетов и сводок;

- включение и отключение управляющих систем.

На операторских станциях возможно выполнение следующих действий:

а) Контроль значений технологических параметров объекта управления и состояния приводов на экране:

- на мнемосхеме;

- на временных графиках текущих и ретроспективы.

б) Принятие мер при появлении сигнализации об отклонении технологического параметра за уставку и сигнализации о неисправности и отказах технических средств:

- по мнемосхеме;

- по видеокадрам «Технологическая сигнализация», «История сигнализации», «История переключений».

в) Получение дополнительной информации, необходимой для принятия решений при нарушении технологического режима или неисправности:

- в строке вывода информации;

- на панелях диагностики;

г) Контроль состояния включенных систем автоматического управления:

- ТЗ, АСР;

- изменения задания регуляторам;

д) Управление технологическим объектом машинистом при отказе автоматических систем или технических средств, используя функцию ДУ.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		22

Подробно процедуры работы на АРМ изложены в документе «АРМ оператора-технолога. Руководство пользователя».

Также на компьютерах АРМ машиниста (оператора-технолога) функционируют программы Сервера приложений, являющегося основным связующим элементом информационных потоков между программным обеспечением верхнего (ПО АРМ и серверов) и нижнего (ПО контроллеров) уровней системы.

В качестве графического интерфейса использован программный пакет E-SCADA. В качестве ПО Сервера приложений используется AISTSrv.

АРМ инженера АСУТП состоит из одного одномониторного компьютера и размещается на ГрЩУ-1 в помещении операторной.

Технические и программные средства инженерной станции позволяют выполнять следующие функции по наладке и сопровождению АСУТП:

- конфигурирование системы: внесение изменений в настроечные параметры системы; настройка интерфейса оператора-технолога АСУТП (настройка параметров программы визуализации); внесение изменений в отчетные формы;
- выполнение регламентных работ (создание резервных копий программного обеспечения системы, создание резервных копий архивных данных и т.д.);
- контроль работоспособности технических и программных средств системы (диагностика и тестирование ПТК);
- организация и ведение системы многоуровневого санкционированного доступа персонала предприятия к программно-техническим средствам системы и контроль за действиями пользователей;
- восстановление системы после отказов;
- формирование и вывод на печать отчетов о работе системы;
- модификация системы в пределах ее возможностей и заложенного резерва: добавление новых элементов в систему (датчиков, сигналов, механизмов); внесение изменений в алгоритмы управления и, соответственно, в технологические программы и программы визуализации;
- поиск контакта с землей цепей постоянного тока, проходящих через шкафы процессорных блоков и УСО;
- **опробование защит;**
- настройка регуляторов.

Кроме того, на АРМ инженера АСУТП выводятся оперативные сигнальные диагностические сообщения о неисправности ПТК и об оперативном состоянии системы в целом в реальном времени.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		23

Подробно процедуры обслуживания, настройки и модификации ПТК описаны в документах «Руководство по оперативному обслуживанию ПТК для инженера АСУТП», «Руководство по системному обслуживанию ПТК», «Инструкция по изменению и расширению системы».

На **АРМ обслуживания АСУТП** устанавливаются программы E-SCADA, ISaGRAF, прикладное ПО: «Конфигуратор», «Редактор настроечных параметров в контроллерах», «Менеджер проектов», «АРМ метролога».

Аварийный пульт управления (АПУ) является функционально завершенным устройством и служит для надежного и безопасного останова турбины в случаях отказов ПТК, исчезновения напряжения собственных нужд, возникновения других экстремальных ситуаций. АПУ не входит в поставку ПТК.

Сервер Баз Данных (существующий) служит для:

- хранения параметров конфигурации системы;
- хранения архива сигнализации;
- хранения архива отчетов;
- обработки данных для подготовки отчетов;
- выполнения ряда расчетных задач.

СБД выполняется дублированным. На сервере БД установлена ОС Windows 10 с ПО Microsoft SQL Server.

Сервер БД установлен в шкафу питания, серверов и коммуникаций СКР01.

Коммуникационное оборудование предназначено для:

- объединения всех элементов системы дублированной сетью Ethernet;
- обмена информацией между устройствами верхнего и нижнего уровней.

Инверторы обеспечивают электропитанием: компьютеры АРМ машинистов, АРМ инженера, Серверы БД и коммуникационное оборудование.

Инверторы и коммуникационное оборудование расположены в шкафу питания, серверов и коммуникаций СКР01.

Также в шкафу СКР01 организована Система единого времени (СЕВ). СЕВ реализуется при помощи устройства синхронизации времени с приемником GPS/GLONASS. СЕВ принимает сигнал точного времени от спутника GPS/GLONASS и выдает его в систему для синхронизации микропроцессорного оборудования ПТК.

Шкаф СКР01 установлен в неоперативном контуре ГрЩУ-1.

Для передачи данных ПТК АСУТП турбоагрегата в локальную вычислительную сеть станции (ЛВС) установлен межсетевой экран (шлюз).

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		24

7.3 Средства нижнего уровня системы

Основу нижнего уровня ПТК «TORNADO-N» составляют контроллеры, состоящие из шкафов, в которых установлены процессорные блоки (ПБ) и УСО.

В данной системе применяются шкафы двухстороннего обслуживания с габаритами 800×600×2200 мм (высота шкафов с цоколем). Шкафы имеют степень защиты от внешних факторов IP54.

Для турбоагрегата №2 предусмотрены два шкафа ПБ и УСО M2CMM11 и M2CMM12. Шкафы ПБ и УСО (контроллеров) размещены в неоперативном контуре ГрЩУ-1.

7.3.1 Устройства связи с объектом

В качестве УСО применены устройства распределенного ввода/вывода серии MIRage-N производства компании «Модульные Системы Торнадо».

Устройства MIRage-N представляют собой серию универсальных устройств, реализующих удаленный ввод/вывод под управлением одного или нескольких (в зависимости от задачи) процессорных блоков.

Устройства серии MIRage-N обеспечивают преобразование входных электрических сигналов, поступающих от технологического оборудования, в цифровой код и выходных цифровых сигналов процессорных блоков – в дискретные сигналы.

Конструктивное исполнение устройств MIRage-N максимально упрощает обслуживание и сводит к минимуму возможность отказа системы. Каждое устройство состоит из платы кроссовой с сигнальными клеммниками, интерфейсными разъемами и модуля системного. На некоторых устройствах (MIRage-NAI, MIRage-NDIO) установлены съемные модули согласования нормирующих преобразователей и индивидуальных гальванических развязок, выполняющие функции промежуточных реле, источников питания аналоговых датчиков и т.п.

Питание устройств осуществляется от внешнего источника = 24 В, подключаемого к разъему, подача и снятие напряжения осуществляются подключением и отключением кабеля питания. Также на плате кроссовой размещены: предохранительная вставка и входы для подключения кабелей Ethernet.

Унифицированный корпус устройств серии MIRage-N предусматривает установку на DIN-рейку шириной 35 мм, обеспечивает электрическую изоляцию и гальваническую развязку измерительной и управляющей частей системы, надежное подключение кабелей датчиков, обеспечивая тем самым прямое подключение к «полевому» уровню.

В таблице 7.1 приведены краткие характеристики устройств серии MIRage-N. Каждое устройство MIRage-N имеет два интерфейса Ethernet, подключенных к сети нижнего уровня ПТК.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

К устройствам MIRage-N осуществляется подключение полевых кабелей непосредственно от датчиков без промежуточных преобразователей, согласователей, и т.п. Сечение проводников подключаемых кабелей от 0,08 до 2,5 мм². Для подключения полевых кабелей используются безвинтовые подпружиненные клеммы типа «WAGO», имеющие высокие эксплуатационные характеристики, нечувствительные к вибрации и не требующие обслуживания.

Таблица 7.1 – Характеристики устройств серии MIRage-N

Тип устройства	Краткая характеристика
MIRage-NAI	Устройство распределенного ввода аналоговых сигналов; 16 дифф. входов ± 10 В в режиме измерения напряжения или ± 25 мА в режиме измерения тока (при измерительном сопротивлении 200 Ом), АЦП, групповая гальваническая изоляция, подавление помех до 90 дБ. Вставки согласования с полевым уровнем обеспечивают прямое подключение датчиков с токовым выходом, с выходом по напряжению. Подключение токовых датчиков по двухпроводной схеме с внутренними индивидуальными ИП для датчиков
MIRage-NDIO	Устройство ввода/вывода дискретных сигналов, 24 канала. Устройство выполняется в нескольких модификациях в зависимости от типа модулей согласования. Тип сигналов определяется характеристиками модулей согласования:
MIRage-NDI-220	- TFIN220I – ввод дискретных сигналов 220 В с индивидуальной гальванической развязкой;
MIRage-NDI-24	- TFIN24I – ввод дискретных сигналов 24 В с индивидуальной гальванической развязкой;
MIRage-NDO	- TFDOUT2R/AC – вывод дискретных команд; с индивидуальной гальванической развязкой, 220 В
MIRage-NDI-C	Устройство ввода дискретных сигналов 24 В, 20 каналов, групповая изоляция
MIRage-NTHERM	Устройство для 8 термопар с каналом компенсации температуры холодного спая. Тип используемых термопар ТХК, ТХА (возможны любые другие градуировки с загрузкой таблиц преобразования). Представление измеренных значений в 1/10 долях градуса Цельсия. Подавление помех до 90 дБ. Групповая гальваническая изоляция
MIRage-NPT	Устройство для 8 термометров-сопротивлений. 3-х, 4-х проводная схема. Встроенный калиброванный источник тока. Линеаризация сигнала датчика, выходной сигнал в градусах Цельсия. Подавление помех до 90 дБ. Групповая гальваническая изоляция
MIRage-N485	Устройство интерфейса цифровых последовательных каналов RS-485, 3 канала. Протокол обмена данными ModBus. Гальваническая изоляция поканальная, 1000 В. Скорость передачи данных по RS-485 300-115200 бод

Взаимодействие УСО и процессорных блоков реализовано на базе стандартных протоколов передачи данных TCP/IP, UDP, Modbus UDP.

Устройство **MIRage-NAI** предназначено для ввода аналоговых сигналов и преобразования их в цифровую форму. Устройство рассчитано на измерение унифицированных значений напря-

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		26

жений и токов и передачу измеренных значений по витой паре через дублированный интерфейс Ethernet 10/100.

Устройство **MIRage-NDIO** предназначено для ввода и/или вывода дискретных сигналов. Чтение состояний сигналов дискретных вводов и выдача команд управления на дискретные выходы производится через дублированный цифровой интерфейс Ethernet 10/100 по витой паре с использованием протокола ModBus. Каждый из 24 каналов устройства может быть индивидуально сконфигурирован по направлению: может быть входным или выходным каналом. Типы направления каналов определяются программной конфигурацией устройства и установкой соответствующих типов съемных модулей согласования. Имеются модули согласования дискретных входов на различные напряжения и модули согласования релейных дискретных выходов. Каналы имеют гальваническую изоляцию друг от друга и от системной части.

Устройство **MIRage-NTHERM** предназначено для измерения сигналов температур от термопар и передачи измеренных значений через дублированный цифровой интерфейс Ethernet 10/100 по витой паре с использованием протокола ModBus. Интерфейс каждого измерительного канала предполагает подключение термопар с номинальной статической характеристикой (НСХ): ТХК, ТХА в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001. Устройство снабжено внутренним измерителем температуры термопарных клемм (холодного спая), и схемой для обнаружения разрыва цепи подключения термопар. Устройство имеет один дополнительный внутренний опорный канал, который служит для внутренней автоматической калибровки.

Устройство **MIRage-NPT** предназначено для измерения сигналов температур от термометров сопротивления (ТС) всех типов с НСХ по ГОСТ 6651 и передачи измеренных значений через дублированный цифровой интерфейс Ethernet 10/100 по витой паре с использованием протокола ModBus. Интерфейс каждого измерительного канала предполагает подключение датчиков по 4-х проводной схеме. Для каждого канала имеются четыре клеммы для подключения – две клеммы входа измеряемого напряжения, один контакт токового выхода, один контакт общий. Во время измерения входные напряжения от ИК мультиплексируются в один сигнал для аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), а общий источник тока мультиплексируется на токовый выход для данного канала. Устройства имеют один дополнительный внутренний опорный канал, который служит для внутренней автоматической калибровки.

Устройство **MIRage-N485** предназначено для для подключения промышленных устройств и приборов с интерфейсом RS485 к сетям Ethernet. Устройство имеет два дублированных интерфейса Ethernet 10/100 с подключением по витой паре и три канала интерфейса RS485. Устройство работает в двух режимах: прозрачном (RAW) режиме и в режиме передачи пакетов ModBus. Скорость и формат передачи последовательных данных по RS485 настраивается программно. Каждый канал имеет гальваническую развязку и защиту от замыкания.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		27

7.3.2 Процессорные блоки

В качестве процессорных блоков в шкафах контроллеров используются промышленные компьютеры ARK-2121L фирмы Advantech, обладающие высокими показателями надежности и производительности. Характеристики ARK-2121L-U0A1E представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Процессор	Intel Celeron J1900 (2.0 ГГц)
Оперативная память (ОЗУ)	DDR3L 1333
Максимальный объем ОЗУ	8 Gb
Внешние интерфейсы (порты)	4×RJ45 Fast Ethernet; 1×USB 3.0; 3×USB 2.0
Операционная система	Windows 7 Embedded
Условия эксплуатации	Диапазон рабочих температур от –20 до +70°C; не требует вентилятора. Допустимая относительная влажность 95% при 40°C без конденсации
Питание	+12...+24 В
Габариты	264,5×68,4×133,0 мм

Процессорные блоки образуют резервированную структуру – один блок является основным (рабочим), второй – резервным. Оба блока синхронизированы между собой. Благодаря этому происходит безударное переключение с рабочего на резервный и наоборот (горячий резерв).

Каждый из процессорных блоков имеет четыре независимых интерфейса Ethernet. Один используется для обмена информацией между рабочим и резервным блоками, второй – для подключения к сети нижнего уровня ПТК, третий – для подключения к общему сегменту сети Ethernet, а также для обмена информацией между рабочим и резервным блоками, четвертый – для подключения к сети верхнего уровня ПТК.

Прикладные программы, загружаемые в процессорные блоки, исполняются в среде ISaGRAF, предоставляющей разработчику прикладного ПО любой из пяти инженерных языков программирования международного стандарта IEC1131-3 и не требующей специальных знаний системных языков программирования.

Аппаратная конфигурация процессорных блоков полностью покрывает имеющиеся потребности и предоставляет резерв для будущего расширения системы.

В части реализации защит два процессорных блока образуют дублированную систему. Каждый процессорный блок защиты работает независимо. Контакты выходных реле защиты включаются параллельно (аппаратное ИЛИ).

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		28

7.4 Сетевая организация

7.4.1 Сетевая структура ПТК

Обобщенная сетевая структура ПТК «ТОРНАДО-N» приведена на рисунке 4.1.

В данной структуре имеются сеть верхнего уровня (ВУ) ПТК и сеть нижнего уровня (НУ) ПТК. Сеть ВУ служит для объединения компьютеров верхнего уровня ПТК между собой, а также для связи серверов с процессорными блоками контроллеров. Сеть НУ служит для объединения процессорных блоков контроллеров с УСО серии MIRage-N.

Сети верхнего и нижнего уровней выполнены дублированными, то есть проектом обеспечиваются две независимых магистрали Ethernet, выполненные с использованием независимых кабелей и коммуникационного оборудования.

Для осуществления прямого доступа из сети верхнего уровня к сети нижнего уровня сети верхнего и нижнего уровней по одному из сегментов объединяются кабельной перемычкой. Такое решение необходимо для диагностики, конфигурирования, удаленной загрузки ПО в УСО с инженерной станции и т.д.

Для построения сети Ethernet используются кабели типа «экранированная витая пара». Дублированные линии прокладываются на разных полках и разносятся не менее чем на 0,6 м.

Конфигурация сети – радиальная.

Подробно сетевая структура АСУТП приведена в документе «Схема соединений внешних проводов в части ПТК» и в схемах конструкторской документации на шкафы.

7.4.2 Организация сети верхнего уровня ПТК

Все компьютеры верхнего уровня ПТК (АРМ оператора, инженерные АРМ, серверы и т.д.) объединены сетью Ethernet. Для повышения надежности сеть выполнена дублированной, т.е. каждый из компьютеров верхнего уровня ПТК имеет два интерфейса Ethernet 100BaseT.

Для организации сети верхнего уровня ПТК используются коммутаторы, которые имеют встроенные средства диагностики и мониторинга состояния подключенных портов, результаты мониторинга вводятся в систему. Коммутаторы сети верхнего уровня ПТК установлены в шкафу питания, серверов и коммуникаций. Сетевые коммутаторы – дублированы.

Для построения сети верхнего уровня используется кабель типа экранированная витая пара промышленного назначения (Industrial Twisted Pair).

7.4.3 Организация сети нижнего уровня ПТК

Каждое из устройств MIRage-N имеет два интерфейса Ethernet 100BaseT. Группа устройств серии MIRage-N, установленных в одном шкафу, подключается к двум коммутаторам Ethernet,

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		29

также установленным в этом же шкафу. Внутришкафные подключения осуществляются патчкордами, изготовленными из кабеля типа FTP или SFTP (экранированная витая пара).

В шкафах процессорных блоков и УСО установлены коммутаторы сети нижнего уровня ПТК, которая объединяет УСО и процессорные блоки. Один процессорный блок может опрашивать несколько УСО, установленных в разных шкафах данного турбоагрегата.

В зависимости от длины сегмента для межшкафных соединений используется кабель типа экранированная витая пара промышленного исполнения (Industrial Twisted Pair).

Локальные системы контроля и управления (ЛСКУ) – ЭГСП, АСКВМ и ТК турбоагрегата №2 интегрируются в ПТК по цифровому интерфейсу RS485 с протоколом передачи данных ModbusRTU.

7.5 Решения по электропитанию и заземлению

7.5.1 Схема электропитания ПТК

Структурная схема электропитания оборудования ПТК приведена в Приложении Б.

Электропитание средств ПТК верхнего и нижнего уровней обеспечивается по I категории, особая группа, из шкафа питания, серверов и коммуникаций СКР01, к которому подводится три фидера:

- ввод 1, 220 VDC от общестанционной батареи постоянного тока;
- ввод 2, 220 VAC, 50 Гц от одной секции питания собственных нужд особо ответственных потребителей;
- ввод 3, 220 VAC, 50 Гц. от другой секции питания собственных нужд особо ответственных потребителей.

Ввод 2 и ввод 3 поступают на АВР, реализованный в шкафу СКР01.

Оборудование верхнего уровня (компьютеры, серверы, коммуникационное оборудование) и нижнего уровня (шкафы ПБ и УСО) запитывается от системы бесперебойного питания, размещенной в шкафу СКР01.

7.5.2 Электропитание компьютеров и коммуникационного оборудования

Для организации электропитания верхнего уровня ПТК (компьютеры, серверы, коммуникационное оборудование) в шкафу питания, серверов и коммуникаций СКР01 установлены два инвертора со встроенным быстродействующим байпасом, на каждый из которых приходит по два фидера электропитания: фидер постоянного тока напряжением 220 В от станционной батареи и фидер переменного тока напряжением 220 В после АВР от двух секций питания СН особо ответственных потребителей. АВР реализован в шкафу СКР01.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		30

Инверторы предназначены для преобразования постоянного тока 220 В в переменный напряжением 220 В. Линии выходов инверторов образуют резервированную шину питания переменного тока с напряжением 220 В, т.е. имеется две шины (шина 1 и шина 2), к которым подключаются потребители. По электропитанию оборудование внешних потребителей разделено на две части, каждая из которых запитывается от своей шины. Особо ответственные потребители верхнего уровня ПТК (серверное и коммуникационное оборудование) получают напряжение с обеих шин. АРМ машиниста также относятся к особо ответственным потребителям: одна станция дублированного АРМ получает напряжение от шины 1, другая – от шины 2.

Кроме встроенного быстродействующего байпаса, шкаф оборудуется внешними релейными байпасами, шунтирующими каждый инвертор в случае его полного выхода из строя или вывода в ремонт/обслуживание.

В шкафу питания, серверов и коммуникаций организовано электропитание лампы освещения шкафа и сервисной розетки от ввода 3 ~220 В.

7.5.3 Электропитание шкафов нижнего уровня

В каждый из шкафов нижнего уровня ТГ №2 M2CMM11 и M2CMM12 из шкафа СКР01 заводятся: фидер переменного тока напряжением 220 В после АВР от двух линий СН особо ответственных потребителей и фидер постоянного тока напряжением 220 В от стационарной батареи.

После коммутационных элементов (общих и индивидуальных автоматов питания) входное напряжение поступает на вторичные источники питания, установленные в этих же шкафах.

В каждом из шкафов установлено по два источника вторичного питания с выходным напряжением +24 В, обеспечивающих электропитанием оборудование, стоящее в данном шкафу. Выходы источников объединены и образуют шину питания +24 В, при этом один из пары источников запитывается переменным током с напряжением 220 В, второй – постоянным током с напряжением 220 В. Мощность каждого из пары источников достаточна для запитывания полной нагрузки при пропадании входного питающего напряжения на одном из фидеров питания.

Кроме двух фидеров питания в каждый из шкафов нижнего уровня ПТК заводится фидер ~220 В для запитывания лампы освещения шкафа и сервисной розетки.

7.5.4 Электропитание датчиков

В шкафах контроллеров установлены измерительные устройства MIRage-NAI, от которых осуществляется питание датчиков с унифицированным токовым выходом 4-20 мА (датчики давления, расхода и т.п.), подключаемых по двухпроводной схеме. От одного блока MIRage-NAI запи-

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		31

тывается до 16 датчиков. Каждый датчик запитывается от своего индивидуального источника питания.

В шкафах контроллеров также установлен источник электропитания 200 В TSIN, осуществляющий питание контактов датчиков типа «сухой контакт». Питание контактов датчиков осуществляется напряжением 200 В постоянного тока. В источнике TSIN предусмотрен постоянный контроль наличия «земли» в цепях питания датчиков.

7.5.5 Решения по заземлению

В каждом из шкафов ПТК имеется шина защитного заземления, к которой подключены корпуса всех элементов шкафа, имеющих токоведущие части. Шина защитного заземления каждого из шкафов ПТК подключается к общестанционному контуру заземления проводником с сечением жилы не менее 6 мм². Отдельного контура заземления ПТК не требуется. Заземление корпусов компьютеров АРМ осуществляется через кабели электропитания, идущие от шкафа питания, серверов и коммуникаций СКР01.

Заземление экранов сигнальных кабелей осуществлено через общестанционный контур заземления. Для этого в каждом шкафу нижнего уровня ПТК выделена шина РЕЗ или РЕ2 (см. комплект конструкторской документации на шкафы ПБ и УСО).

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		32

8 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВНЕ ПТК

8.1 Технические решения вне ПТК приведены в проекте ЭТ-2021-100, разработанном ООО «Энерго Технология».

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		33

9 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

9.1 Состав информационного обеспечения системы

В состав информационного обеспечения АСУТП входят:

- массивы и наборы данных, формируемые и используемые на стадии создания системы;
- массивы и наборы данных, формируемые и используемые при эксплуатации системы;
- программные и технические средства, используемые для организации информационных потоков в системе, а также для хранения и передачи данных.

9.2 Информационное обеспечение на стадии создания системы

9.2.1 Массив входных данных включает в себя:

- перечни входных сигналов (аналоговых и дискретных);
- сведения об устройствах:
 - спецификации КИПиА (сведения о датчиках технологических параметров);
 - перечень механизмов собственных нужд;
 - перечень запорно-регулирующей арматуры;
 - сведения о технических средствах ПТК.

9.2.2 Массив выходных данных и документов включает в себя:

- перечень выходных дискретных сигналов (команд);
- перечень сообщений оператору-машинисту о состоянии технологического оборудования и о параметрах технологического процесса;
- перечень событий (без сигнализации оператору, только для записи в архив);
- выходные документы (отчеты).

9.2.3 В составе АСУТП имеются три базы данных (БД):

- конфигурационная БД (КфБД), предназначенная для хранения параметров конфигурации системы и внесения изменений в настроечные параметры;
- БД истории (БДИ), используемая для хранения истории изменения аналоговых и дискретных сигналов, а также для формирования отчетов о работе системы;
- информационная БД (ИнфБД), предназначенная для представления наиболее полной (в том числе справочной и нормативно-справочной) информации об устройствах и сигналах системы в форме, удобной для восприятия человеком.

Более подробные сведения о назначении и структуре БД приведены в документе «Описание организации баз данных».

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		34

10 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Математическое обеспечение системы включает в себя алгоритмы информационных и управляющих задач, выполняемых системой.

Используются типовые функциональные блоки управления. К таким блокам относятся, например: блок управления задвижкой; блок управления исполнительным механизмом (ИМ) регулятора; блок управления механизмом СН; блок АВР механизмов и другие.

Алгоритмы информационных функций реализуются в программном обеспечении на языке технологического программирования ISaGRAF. Для этого предусмотрены типовые функциональные блоки, например: блок первичной обработки аналогового сигнала; блок первичной обработки сигнала от термопары; блок первичной обработки сигнала от термометра сопротивления и другие.

Описание алгоритмов приведено в документах тома 5 «Математическое обеспечение».

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		35

11 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

11.1 Общее описание

11.1.1 Программное обеспечение (ПО) системы включает в себя системное ПО (общее ПО) и прикладное ПО (специальное ПО).

Системное ПО не зависит от конкретного объекта внедрения и подразделяется на:

- ПО операционной системы;
- ПО системы передачи данных (сетевой системы);
- ПО серверов приложений;
- ПО интерфейса пользователя и разработчика системы;
- ПО языков технологического программирования;
- ПО баз данных.

Прикладное ПО разрабатывается для решения задач конкретного технологического объекта. В отношении размещения ПО представляет собой двухуровневую структуру: ПО верхнего уровня и ПО нижнего уровня.

11.1.2 **Системное ПО нижнего уровня** включает с себя: ПО операционной системы Windows 7 Embedded; ПО системы драйверов ввода/вывода; ПО исполнительной среды ISaGRAF; коммуникационное ПО.

Прикладное ПО нижнего уровня предназначено для исполнения информационных и управляющих программ. Это программы: сбора и первичной обработки информации, управления приводами, защит, блокировок, АВР, авторегулирования, функционально-группового управления, формирования мгновенной базы данных сигналов.

Программы прикладного ПО, загружаемые в процессорные блоки, исполняются в среде ISaGRAF, предоставляющей разработчику любой из пяти инженерных языков программирования согласно международному стандарту IEC61131-3.

Программная обработка сигналов и программы управления выполняются в процессорных блоках. ПО процессорных блоков работает относительно самостоятельно и независимо от ПО компьютеров верхнего уровня. В связи с этим, при отключении верхнего уровня процессорные блоки продолжают осуществлять управление технологическим объектом в объеме, достаточном для безаварийной работы оборудования. Аппаратная конфигурация процессорных блоков и УСО полностью покрывает имеющиеся потребности и предоставляет резерв для будущих расширений системы.

Средой исполнения программ, написанных при помощи ISaGRAF, является операционная система Windows 7 Embedded.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		36

11.1.3 Системное ПО верхнего уровня включает в себя:

- ПО операционной системы Windows;
- ПО системы передачи данных;
- ПО серверов приложений;
- ПО SCADA-пакета E-SCADA;
- ПО пакета программ ISaGRAF;
- ПО SQL-сервера.

Системное ПО также предназначено для выполнения задач, обеспечивающих работоспособность системы:

- контроль и управление работой ПТК;
- диагностика и тестирование ПТК;
- поддержка системы единого времени.

Системное ПО АРМ и серверов функционирует в операционной системе Windows. В качестве SQL-сервера используется Microsoft SQL-Server. Для доступа к данным, хранящимся в архивной базе данных, используются стандартные драйверы ODBC. При создании программ визуализации, диагностики и конфигурирования оборудования используется SCADA-пакет. Обмен данными между коммуникационной программой и приложениями верхнего уровня строится на основе технологии DDE. Коммуникационная программа выступает в качестве DDE-сервера, приложения верхнего уровня, прибегающие к ее услугам – в качестве DDE-клиентов.

Отдельные программы, исполняемые на средствах верхнего уровня, могут быть написаны на языке С.

Прикладное ПО верхнего уровня состоит из программ, реализующих следующие информационные задачи:

- представление (визуализация) информации;
- технологическая сигнализация;
- архивирование информации;
- протоколирование информации.

Управляющие задачи решаются на нижнем уровне.

11.2 Программное обеспечение АРМ

ПО компьютеров работает под управлением операционной системы Microsoft Windows 10. Кроме того, на каждое АРМ установлено свое программное обеспечение, под управлением которого АРМ выполняет свои функции.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		37

На АРМ машиниста (оператора-технолога) в качестве графического интерфейса используется программный пакет E-SCADA. Для контроля текущего состояния и дистанционного управления технологическим оборудованием оператору предоставляется информация в виде видеокадров (мнемосхем), графиков, таблиц и гистограмм разной степени детализации.

АРМ инженера АСУТП оснащено необходимыми специализированными программными инженерными пакетами, разработанными в ООО «Модульные Системы Торнадо», позволяющими решать задачи обслуживания и модификации системы:

- программами дистанционной загрузки прикладного ПО в технологические контроллеры;
- средствами диагностики и выявления неисправностей;
- средствами резервного копирования и восстановления контроллеров;
- редактором настроечных параметров в контроллерах;
- конфигуратором ПТК;
- пакетом модификации видеокадров E-SCADA;
- пакетом разработки прикладного ПО (алгоритмов) технологических контроллеров ISaGRAF.

Специализированное ПО позволяет решать задачи проведения тестирования, диагностики средств АСУТП, формирования отчетов и сводок о результатах диагностики, запуска системы, ее реконфигурации, выдачи выходных результатов информационных задач, модификации параметров алгоритмов в контроллерах, модификации видеограмм и отчетных форм.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		38

12 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

12.1 Метрологическое обеспечение ИС АСУТП

12.1.1 Измерительная система (ИС), в составе которой сформированы измерительные каналы (ИК), является частью АСУТП.

12.1.2 ИК ИС АСУТП, применяемые вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат:

- первичной калибровке до ввода в эксплуатацию или после ремонта;
- периодической калибровке в процессе эксплуатации.

12.1.3 Калибровка производится по методике калибровки, удовлетворяющей владельца ИС АСУТП.

12.1.4 Поверку (калибровку) ИК ИС АСУТП рекомендуется выполнять в соответствии с методиками:

– МРАД.421457.001 МП Измерительные системы АСУТП на базе комплексов программно-технических «TORNADO» («ТОРНАДО»). Методика поверки;

– МРАД.421457.001 МК Измерительные системы АСУТП на базе комплексов программно-технических «TORNADO» («ТОРНАДО»). Методика калибровки.

Методики согласованы органом Росстандарта ГЦИ СИ ФГУП ВНИИМС 08.02.2011 г.

Для ИК ИС АСУТП используется метод покомпонентной (поэлементной) поверки (калибровки): демонтированные первичные преобразователи (датчики) поверяют (калибруют) в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов; вторичную часть – комплексный компонент, включая линии связи, – на месте установки при одновременном контроле всех влияющих факторов, действующих на отдельные компоненты. Комплексный компонент, состоящий из измерительного канала ПТК и линии связи, является электрическим трактом ИК АСУ. При поверке (калибровке) канала АСУТП эталонный сигнал в систему подается на вход электрического тракта канала по месту путем подключения эталонного прибора вместо рабочего датчика.

12.1.5 Рекомендуемый межкалибровочный интервал – 3 года.

12.2 Метрологическое обеспечение ПТК «ТОРНАДО-N»

12.2.1 ПТК «ТОРНАДО-N» – комплексный компонент ИС АСУТП.

12.2.2 ПТК «ТОРНАДО-N» зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №78043-20 и допущен к применению в Российской Федерации.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		39

Поверка ИК ПТК выполняется в соответствии с методикой «АБНС.421457.002МП Комплексы программно-технические «TORNADO-N» («ТОРНАДО-N»). Измерительные каналы. Методика поверки».

Калибровка ИК ПТК может выполняться по методике поверки.

Межповерочный (межкалибровочный) интервал – 3 года.

12.2.3 Рекомендуется для ПТК, установленного в ИС АСУТП, периодическую калибровку по указанной в п. 12.2.2 методике не проводить, если была проведена периодическая калибровка ИК АСУТП по методике, указанной в п.12.1.4.

По методике, указанной в п. 12.2.2, рекомендуется производить только первичную поверку (калибровку).

12.3 Требования к средствам поверки и контроля

Сведения о рабочих эталонах, средствах измерений и калибровки, необходимых для поверки (калибровки) измерительных каналов ПТК и АСУТП, приведены в таблице 12.3.

Таблица 12.3

Наименование рабочих эталонов и СИ	Обозначение	Требуемые основные технические характеристики СИ
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный	ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012	Диапазон воспроизведения/измерения тока от 0 до 20 мА с погрешностью от ± 1 мкА до ± 3 мкА. Диапазон воспроизведения напряжения от минус 10 до 100 мВ с погрешностью от ± 3 мкВ до ± 10 мкВ. Диапазон воспроизведения напряжения от 0 до 12 В, с погрешностью ± 3 мВ. Диапазон измерения напряжения от 0 до 10 В с погрешностью от ± 5 мВ до ± 6 мВ Диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 180 Ом с погрешностью $\pm 0,015$ Ом Диапазон воспроизведения сопротивления от 180 до 320 Ом с погрешностью $\pm 0,025$ Ом
Калибратор-измеритель стандартных сигналов	КИСС-03	Диапазон генерации напряжения от 0 до 10 В с погрешностью от $\pm 0,8$ мВ до ± 5 мВ. Диапазон измерения напряжения от 0 до 10 В с погрешностью от $\pm 0,3$ мВ до ± 5 мВ
Термометр цифровой эталонный	ТЦЭ-005/М3	Диапазон измерения температуры от минус 50 до 150°C с погрешностью от $\pm 0,02$ °C до $\pm 0,03$ °C
Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный	ПТСВ-6Км-3	Диапазон измерения температуры от минус 50 до 150°C с погрешностью от $\pm 0,02$ °C до $\pm 0,03$ °C
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
Мегомметр	М4100/3, М4100/4	Класс точности 1,0
Гигрометр психрометрический	ВИТ-1	Диапазон измерения относительной влажности от 20 до 90%, температуры от 0 до 25°C

Наименование рабочих эталонов и СИ	Обозначение	Требуемые основные технические характеристики СИ
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
Резистор	ОМЛТ-1.0	ОМЛТ-1.0-200 Ом $\pm 1\%$ ОЖ0.467.107ТУ
Резистор	ОМЛТ-0.5	ОМЛТ-0.5-1 кОм $\pm 1\%$ ОЖ0.467.107ТУ
Резистор	ОМЛТ-0.5	ОМЛТ-0.5-10 кОм $\pm 1\%$ ОЖ0.467.107ТУ
ПЭВМ	IBM PC	ОЗУ – 16 Мб, HDD – 850 Мб

Примечания:

1. Допускается применение других рабочих эталонов и средств измерительной техники и оборудования, обеспечивающих требуемые погрешности измерений и испытательные режимы.
2. Все рабочие эталоны и средства измерительной техники должны иметь документы об их метрологической исправности, выданные органами государственной метрологической службы.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		41

13 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПТК С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ

В АСУТП турбоагрегата интегрированы локальные системы контроля и управления (ЛСКУ):

- ЭГСП – система регулирования турбины;
- АСКВМ – система виброконтроля и механических величин;
- ТК – система температурного контроля.

Все ЛСКУ связаны с ПТК по цифровому интерфейсу RS485/ModbusRTU. По этому интерфейсу передается вся информация, включая:

- контроль состояния технологического оборудования;
- команды управления защит и блокировок от ЭГСП и АСКВМ;
- команды защит от ПТК в подсистему ЭГСП;
- информацию о диагностике внутри системы.

Команды защит, действующие на отключение турбоагрегата, продублированы физическими (проводными) связями. Таким образом, при потере цифрового интерфейса защиты останутся в работе. Также продублированы и команды защит от ПТК в ЭГСП.

ЛСКУ выполнены практически полностью автономными. В случае потери цифровой связи с ПТК вся информация из этих систем остается доступной оператору. Более того, ЭГСП выполнена таким образом, что при потере связи с ПТК все ее исполнительные органы остаются в работе, и оператор может управлять ими как в автоматическом, так и в ручном режиме.

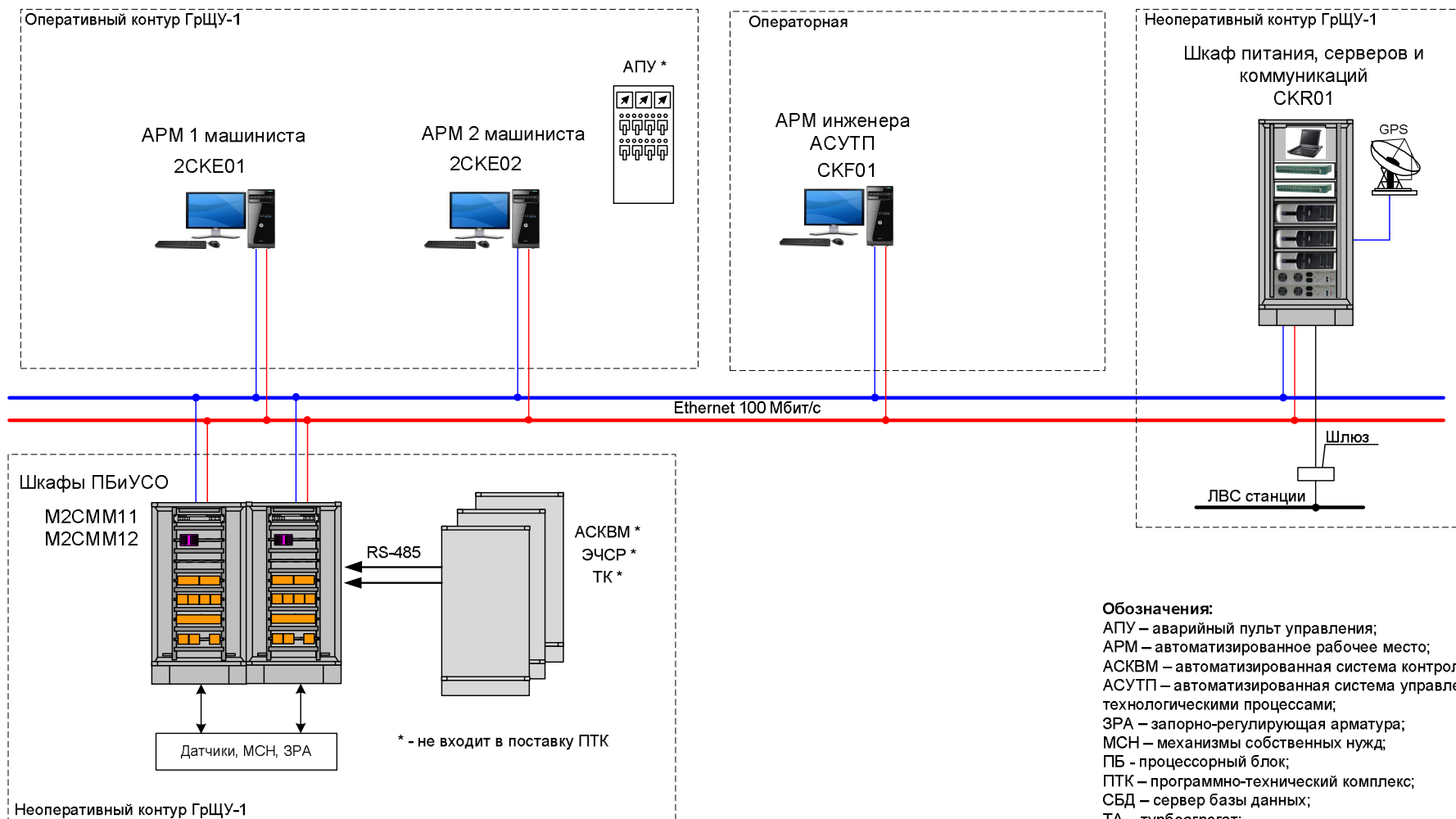
Более подробное описание ЛСКУ приведено в соответствующей документации на них.

						АБНС.358.ПД	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		42

14 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АВР	Автоматическое включение резерва
АПУ	Аварийная панель управления
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСКВ	Автоматизированная система контроля вибрации
АСР	Автоматическая система регулирования
АСУ	Автоматизированная система управления
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
БД	База данных
ВУ	Верхний уровень (ПТК)
ГрЩУ	Групповой щит управления
ДУ	Дистанционное управление
ЗИП	Запасные инструменты и принадлежности
ЗРА	Запорно-регулирующая арматура
ИВ	Информационно-вычислительная (функция подсистемы верхнего уровня)
ИК	Измерительный канал
ИМ	Исполнительный механизм
ИП	Источник питания
ИС	Измерительная система
КТС	Комплекс технических средств
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
МСН	Механизм собственных нужд
НТД	Нормативно-технический документ
НУ	Нижний уровень
ПБ	Процессорный блок
ПО	Программное обеспечение
ПОИ	Первичная обработка информации
ПТК	Программно-технический комплекс
СЕВ	Система единого времени
СИ	Средства измерения
СКУ	Средства контроля и управления
СОИ	Специальная обработка информации
СП	Сервер приложений
ТАИ	Тепловая автоматика и измерения
ТБ	Технологические блокировки
ТЗ	Технологические защиты, техническое задание
ТК	Температурный контроль
ТОУ	Технологический объект управления
УСО	Устройство связи (сопряжения) с объектом
ФУ	Функциональный узел (технологический)
ЭЧСР ЭГСАР	Электронная часть системы регулирования электрогидравлической системы автоматического регулирования турбины

ПРИЛОЖЕНИЕ А – СХЕМА СТРУКТУРНАЯ КТС

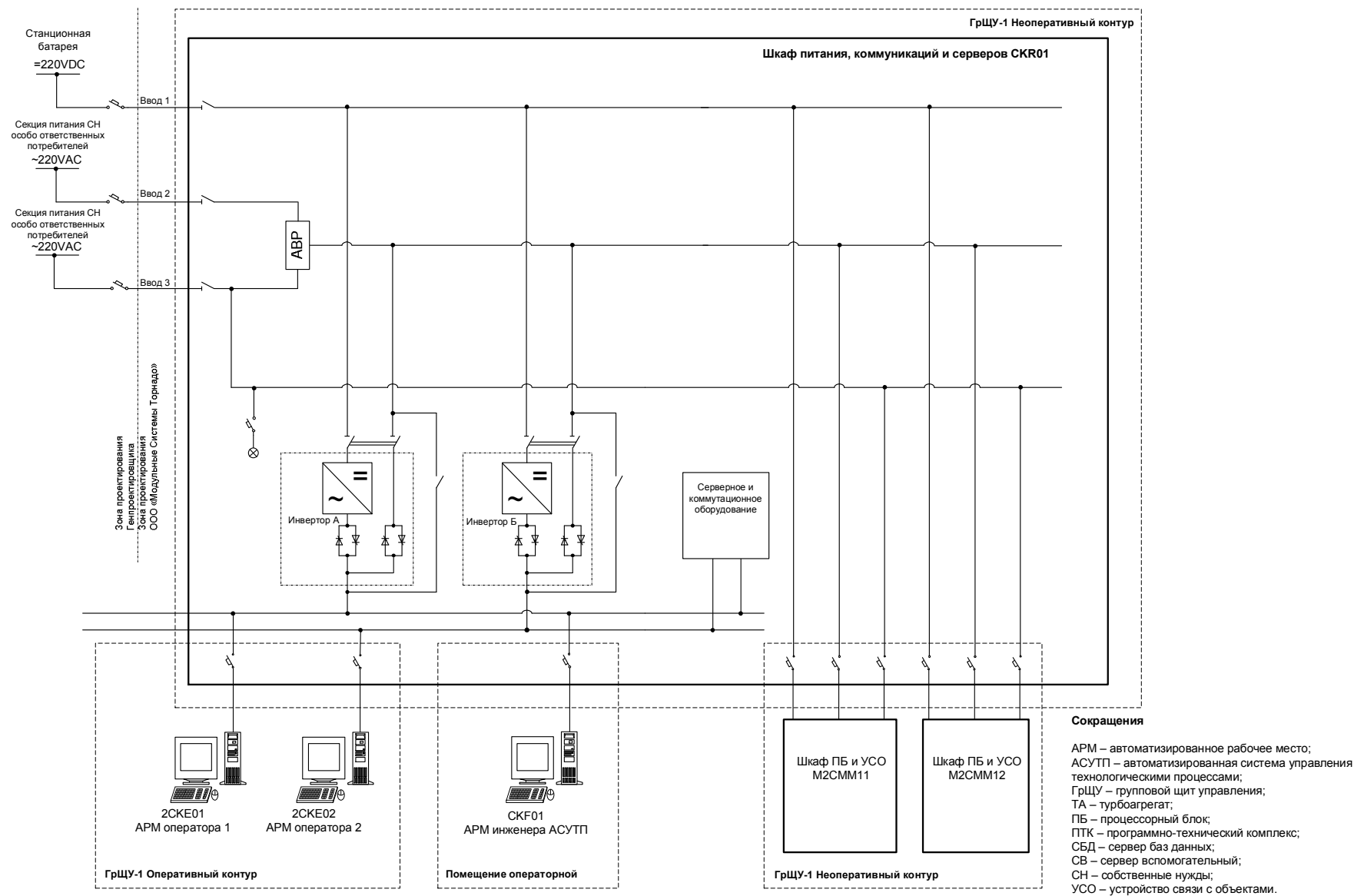


Обозначения:

АПУ – аварийный пульт управления;
АРМ – автоматизированное рабочее место;
АСКВМ – автоматизированная система контроля вибрации;
АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;
ЗРА – запорно-регулирующая арматура;
МСН – механизмы собственных нужд;
ПБ – процессорный блок;
ПТК – программно-технический комплекс;
СБД – сервер базы данных;
ТА – турбоагрегат;
ТК – температурный контроль;
УСО – устройство связи с объектом;
ЩУ – щит управления;
ЭЧРС – электронная часть системы регулирования.

						<p style="text-align: center;">АБНС.358.ПД</p>	Лист
							44
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПТК ТА №2



Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

АБНС.358.ПД

Лист

45

ПРИЛОЖЕНИЕ В – РАЗРЕШАЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ **РОСС RU.АЯ79.Н19466**

Срок действия с **23.12.2019г.** по **22.12.2022г.**

№ **0585815**

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ **РОСС RU.0001.10.АЯ79**
ООО "НОВОСИБИРСКИЙ ЦСМ"
Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 630091, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Советская, д. 52, этаж 3, телефон: (383)204-43-10, факс: (383)204-43-11, электронная почта: info@ncsm-nib.ru

ПРОДУКЦИЯ *Комплексы программно-технические «TORNADO-№» («ТОРНАДО-№») выпускаемая по АБНС.421457.002ТУ, серийный выпуск*

код ОК
27.12.31.000

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
*РД 34.35.310-97, п. 4.4; РД 153-34.1-35.127-2002, п.п. 3.2.2.9, 6.1-6.3;
 РД 153-34.1-35.137, п.5.3; СТО 70238424.27.100.010-2011, пп. 7.2.2.2, 7.3.8;
 СТО 56947007-29.240.044, Таблица Б1; СТО 56947007-33.040.20.121-2012, п.7.7;
 СТО 56947007-29.120.70.042-2010, п.1.5*

ИЗГОТОВИТЕЛЬ *Общество с ограниченной ответственностью "Модульные Системы Торнадо"(ООО "Модульные Системы Торнадо")*
Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а

код ТН ВЭД
8537 10 990 0

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН *Общество с ограниченной ответственностью "Модульные Системы Торнадо"(ООО "Модульные Системы Торнадо")*
Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а

НА ОСНОВАНИИ *протокола испытаний № Э763 от 19.12.2019 Испытательный центр Федерального бюджетного учреждения "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Новосибирской области" № RA.RU.21AJ49*

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ *Схема 1с, Знак соответствия при добровольной сертификации в Системе сертификации ГОСТ Р наносится на изделия и (или) в сопроводительной документации.*

Руководитель органа

Эксперт

Е.И.Филатов
инженер, физик

Н.Н.Семенников
инженер, физик

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ ЕАЭС RU C-RU.АЯ79 В.00311 /19

Серия **RU** № **0127534**

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НОВОСИБИРСКИЙ ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ И МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ". Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Советская, д. 52, 3 этаж; телефон: (383) 204-43-10, факс: (383) 204-43-11, электронная почта: info@ncsm-sib.ru. Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.10АЯ79 выдан 18.09.2014 Федеральной службой по аккредитации.

ЗАЯВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью "Модульные Системы Торнадо" (ООО "Модульные Системы Торнадо"). ОГРН: 1155476103287. Место нахождения: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а. Фактический адрес: Адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а. Телефон 8-(383) 36-33-800, факс 8-(383)-33-60-433, адрес электронной почты info@tornado.nsk.ru.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью "Модульные Системы Торнадо" (ООО "Модульные Системы Торнадо"). Место нахождения: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а. Фактический адрес: Адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а.

ПРОДУКЦИЯ Комплексы программно-технические «TORNADO-N» («ТОРНАДО-N»). Продукция изготовлена в соответствии с АБНС.421457.002ТУ. Серийный выпуск.

КОД ТН ВЭД ЕАЭС 8537 10 990 0

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ Технических регламентов Таможенного союза: ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования", ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств".

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ ВЫДАН НА ОСНОВАНИИ протоколов испытаний № И 762, № Э 762, от 19.12.2019 Испытательный центр Федерального бюджетного учреждения "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Новосибирской области" № RA.RU.21АЯ49, акта анализа состояния производства № 01988 от 25.10.2019, схема сертификации 1 с

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Срок хранения (службы, годности) указан в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации. Перечень стандартов см. приложение на бланке № 0627169.

СРОК ДЕЙСТВИЯ С 24.12.2019
ВКЛЮЧИТЕЛЬНО

ПО 23.12.2024

Руководитель (уполномоченное лицо) органа по сертификации

Эксперт (эксперт-аудитор) (эксперты (эксперты-аудиторы))



Филатов Евгений Иванович

Семьянников Николай Иванович

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

АБНС.358.ПД

Лист

47



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

ОС.С.34.004.А № 77059

Срок действия до 22 апреля 2025 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы программно-технические "TORNADO-N" ("ТОРНАДО-N")

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Общество с ограниченной ответственностью "Модульные Системы
Торнадо" (ООО "Модульные Системы Торнадо"), г. Новосибирск

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 78043-20

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ

АБНС.421457.002МП

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 3 года

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по
техническому регулированию и метрологии от 22 апреля 2020 г. № 800

Описание типа средств измерений является обязательным приложением
к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства



А.В.Кулешов

2020 г.

Серия СИ

№ 044170

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

АБНС.358.ПД

Лист

48