УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «02» ноября 2026 г. № 2240

Регистрационный № 99766-26

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс программно-технический ТОРНАДО для автоматизированной системы управления технологическими процессами энергоблока № 7 Приморской ГРЭС

Назначение средства измерений

Комплекс программно-технический ТОРНАДО для автоматизированной системы управления технологическими процессами энергоблока № 7 Приморской ГРЭС (далее – комплекс или ПТК) предназначен для измерений сигналов силы постоянного тока, сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления, воспроизведений аналоговых сигналов силы постоянного тока, вычисления, контроля и хранения измеренных параметров работы оборудования автоматизированной системы управления технологическими процессами (далее – АСУТП) энергоблока № 7 Приморской ГРЭС.

Описание средства измерений

Принцип действия комплекса основан на последовательных преобразованиях измеряемых величин в цифровой код, преобразованиях цифрового кода в значения измеряемых параметров комплекса и формирование, на их основе, оператором комплекса управляющих воздействий на оборудование комплекса, а также преобразовании цифрового кода в электрические сигналы силы постоянного тока.

Комплекс входит в состав АСУТП энергоблока № 7 Приморской ГРЭС и обеспечивает измерение электрических сигналов от первичных измерительных преобразователей (не входят в состав комплекса), их преобразование в цифровой код с дальнейшей визуализацией в единицах величин технологических параметров, преобразование цифрового кода в электрические сигналы силы постоянного тока в соответствии с алгоритмами управления АСУТП, хранение полученной измерительной информации.

В состав комплекса входят комплексы программно-технические (программно-аппаратные) «TORNADO-N» («ТОРНАДО-N»), на базе модулей ввода аналоговых сигналов N-AI-A, N-AI-S, MIRage-NPT, MIRage-NTHERM и модулей вывода аналоговых сигналов N-AOi-A, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 96788-25.

Все электронное оборудование комплекса размещается в специализированных контроллерных шкафах. Внешний вид шкафов приведен на рисунках 1, 2.



Рисунок 1 – Общий вид контроллерных шкафов



Рисунок 2 – Общий вид контроллерных шкафов с указанием места нанесения информационной таблички

Комплексу присвоен серийный номер 2026390. Серийный номер комплекса, в виде числового обозначения, типографским способом указывается в формуляре и на информационной табличке, прикрепленной к наружной панели двери контроллерного шкафа измерительного комплекса, в соответствии с рисунком 2.

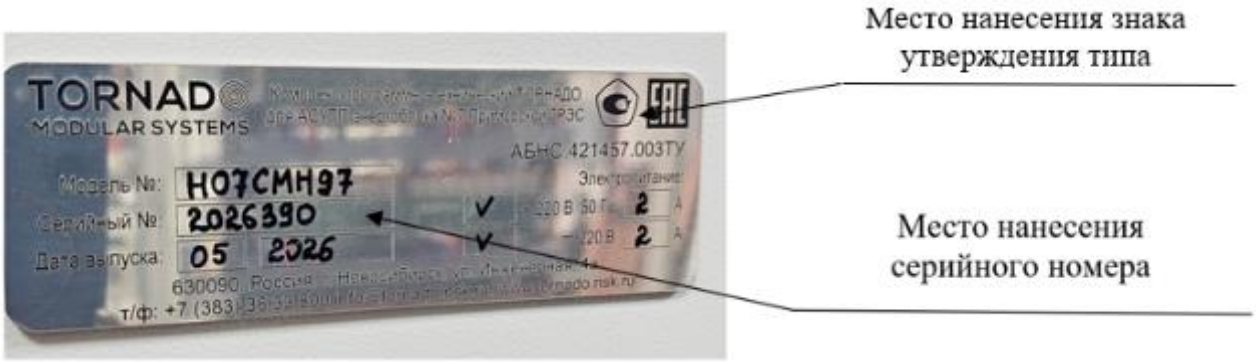


Рисунок 3 – Информационная табличка с серийным номером и знаком утверждения типа

Пломбирование комплекса не предусмотрено.
Нанесение знака поверки на комплекс не предусмотрено.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) ПТК состоит из компонентов, различающихся по размещению и по типу.

По размещению ПО делится на два уровня:

- ПО нижнего уровня. Уровень устройств ввода/вывода и процессорных блоков контроллеров (уровень Control);

- ПО верхнего уровня. Уровень человеко-машинного интерфейса, сбора и хранения данных, отображения информации, оперативного управления и др. (уровень SCADA).

По типу ПО разделяется на системное и прикладное.

Системное ПО является универсальным и состоит из ПО операционной системы, системообразающего ПО организации человеко-машинного интерфейса ПТК, системообразующего ПО серверов ПТК.

Прикладное ПО решает конкретные задачи АСУТП в соответствии с функциональными задачами объекта автоматизации:

- получение информации о технологическом процессе;
- обработка информации;
- выполнение технологических алгоритмов;
- реализация информационной связи между уровнями и устройствами ПТК;
- реализация человеко-машинного интерфейса;
- инструментарий программирования контроллеров по стандарту МЭК 61131-3;
- создание исторических архивов, их обработки и обращение к архивным данным.

ПО верхнего уровня включает в себя:

- программный пакет Tornado-eSCADA устанавливается на АРМ оператора;
- программный пакет Tornado-AppServ устанавливается на Серверы приложений;
- программный пакет Tornado-DBServ устанавливается на Серверы баз данных;
- программный пакет Tornado-ES устанавливается на АРМ инженера.

Программные средства нижнего уровня (уровень Control) включают в себя:

– программный пакет Tornado-Control. Устанавливается на процессорных блоках контроллеров;

– встроенное ПО (микрокод) устройств ввода/вывода серии MIRage-N. Загружается в устройства ввода/вывода при производстве.

Все метрологически значимые вычисления выполняются встроенным ПО устройств ввода/вывода, метрологические характеристики которых нормированы с учетом влияния на них встроенного ПО. Конструкция устройств ввода/вывода исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию.

Доступ к ПО контроля за технологическими процессами и управления технологическим оборудованием осуществляется с выделенной инженерной станции верхнего уровня ПТК, доступ к которой защищен как административными мерами (установка в отдельном помещении), так и многоуровневой защитой по паролю.

Для защиты накопленной и текущей информации, конфигурированных параметров ИК от несанкционированного доступа в ПТК предусмотрен многоступенчатый физический контроль доступа (запираемые шкафы) и программный контроль доступа (специализированное ПО системы информационной безопасности, система ограничения доступа к настройкам BIOS на АРМ; программное средство защиты логических дисков от записи на компьютерах АРМ; системы безопасности операционной системы, операторского интерфейса, ПО сервера баз данных и ПО сервера приложений).

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с рекомендацией по метрологии Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные встроенного ПО устройств ввода/вывода ПТК приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО устройств ввода/вывода ПТК

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
Устройства ввода/вывода	MIRage-NAI	MIRage-NPT	MIRage-NTHERM	MIRage-NAOi
Идентификационное наименование ПО	NFAI	NPT	NTHERM	NAO4I
Номер версии (идентификационный номер ПО)	AXXX-X.X.1	AXXX-X.X.1	AXXX-X.X.1	AXXX-X.X.3
Цифровой идентификатор ПО	Не используется			
Примечание – В номере версии, например, AXXX-X.X.3, символом «X» обозначена метрологически незначимая часть ПО				

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИК ввода/вывода сигналов силы постоянного тока

ИК	Диапазон		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений/ воспроизведений, Δо	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений/воспроизведений от изменения окружающей температуры в диапазоне от +5 до +15 °С и от +25 до +40 °С
	измерений/ воспроизведений	номинальная цена единицы наименьшего разряда		
1	2	3	4	5
ИК ввода				
N-AI-A	от -2·10^4 до 2·10^4 мкА	1 мкА	± (10^{-3}·|X|+5 мкА)	±0,02·Δо·|Δt|
N-AI-S	от 0 до 2·10^4 мкА	1 мкА	± (10^{-3}·|X|+5 мкА)	
ИК вывода				
N-AOi-A	от 0 до 2·10^4 мкА	1 мкА	± (2·10^{-3}·|X|+5 мкА)	±(0,04·Δо·|Δt|+ 20 мкА)

Примечание:
X – измеряемое значение силы постоянного тока;
|Δt| = |t – 20| – отклонение температуры окружающей среды от + 20 °С по модулю, °С;
t – текущая температура окружающей среды, °С.

Таблица 3 – Метрологические характеристики ИК ввода сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС) на основе устройств ввода MIRage-NPT

Тип НСХ ТС[1)]	α[2)], °C^{-1}	R_0, Ом	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон выходного сигнала ТС, Ом	Дискретность представления выходного сигнала, °С[3)]	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (Δо), °С (4-х проводная схема)	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности от изменения темпер. окружающей среды в диапазоне от +5 до +15 °С и от +25 до +40 °С, °С[4)]
1	2	3	4	5	6	7	8
50П	0,00391	50	от -200 до +100	от 8,62 до 69,56	0,1	±0,5	±0,02·Δо·|Δt|
			св. +100 до +350	св. 69,56 до 115,88		±0,7	
			св. +350 до +550	св. 115,88 до 150,32		±1,0	
			св. +550 до +850	св. 150,32 до 197,58		±1,5	
100П		100	от -200 до +100	от 17,24 до 139,11		±0,5	
			св. +100 до +300	св. 139,11 до 213,81		±0,7	
			св. +300 до +600	св. 213,81 до 317,11		±1,0	
Pt50	0,00385	50	от -200 до 0	от 9,26 до 50,0	0,1	±0,5	±0,02·Δо·|Δt|
			св. 0 до +250	св. 50,0 до 97,005		±0,7	
			св. +250 до +500	св. 97,005 до 140,49		±1,0	
			св. +500 до +850	св. 140,49 до 195,24		±1,5	
Pt100	0,00385	100	от -200 до +100	от 18,52 до 138,51		±0,5	
			св. +100 до +300	св.138,51 до 212,05		±0,7	
			св. +300 до +600	св. 212,05 до 313,71		±1,0	
50М	0,00428	50	от -180 до 0	от 10,27 до 50,0		±0,4	
			св. 0 до +200	св. 50,0 до 92,8		±0,6	
100М		100	от -180 до +50	от 20,53 до 121,40		±0,4	
			св. +50 до +200	св. 121,40 до 185,60		±0,6	
Cu50	0,00426	50	от -50 до +100	от 39,35 до 71,30	0,1	±0,5	±0,02·Δо·|Δt|
			св.+100 до +200	от 71,30 до 92,60		±0,6	
Cu100	0,00426	100	от -50 до +150	от 78,70 до 163,90		±0,5	
			св. +150 до +200	от 163,90 до 185,20		±0,6	
100Н	0,00617	100	от -60 до +100	от 69,45 до 161,72		±0,5	
			св. +100 до 180	от 161,72 до 223,21		±0,6	

[1)] Номинальные статические характеристики ТС соответствуют ГОСТ 6651-2009.

[2)] α, °C^{-1} – температурный коэффициент ТС, по ГОСТ 6651-2009.

[3)] Измеренное значение температуры на выходе ИК MIRage-NPT представляет собой целое число N. Результат измерения вычисляют по формуле: $t°$= N/10, где $t°$ температура в °С

[4)] |Δt| = |t – 20| – отклонение температуры окружающей среды от + 20 °С по модулю, °С; t – текущая температура окружающей среды, °С.

Таблица 4 – Метрологические характеристики ИК измерений сигналов термопар (ТП) на основе устройств преобразования MIRage-NTHERM

Тип НСХ ТП[1)]	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон выходного сигнала ТП[2)], мВ	Дискретность представления выходного сигнала.[3)], °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, [4)] °С	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений от изменения температуры окружающей среды в диапазоне от +5 до +15 °С и от +25 до +40 °С [5)]
K	от -200 до -50	от -5,891 до -1,889	0,1	±0,8	±0,05·|Δt|
	св. -50 до +100	св. -1,889 до +4,096		±0,3	
	св. +100 до +650	св. +4,096 до +27,025		±0,8	
	св.+650 до +1050	св. +27,025 до +43,211		±1,3	
	св. +1050 до +1372	св. +43,211 до +54,886		±1,8	
L	от -200 до -100	от -9,488 до -5,641		±0,8	
	св. -100 до +150	св. -5,641 до +10,624		±0,3	
	св. +150 до +800	св. +10,624 до +66,466		±0,8	

Примечания:

[1)] Тип номинальной статической характеристики термопар в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001.

[2)] Значения термоЭДС даны при температуре холодного спая 0 °С.

[3)] Измеренное значение температуры на выходе ИК MIRage-NTHERM представляет собой целое число N. Результат измерения вычисляют по формуле: $t°$= N/10, где $t°$ - температура в «°С».

[4)] Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности приведены без учета погрешности ИК компенсации температуры холодного спая термопар. Пределы основной абсолютной погрешности внутреннего ИК компенсации температуры холодного спая термопар ±0,7 °С.

При использовании внешнего ИК компенсации температуры холодного спая, его пределы абсолютной погрешности вычисляются следующим образом: пределы абсолютной погрешности используемого ИК для измерения температуры холодного спая + 1,5°С.

[5)] $|\Delta t| = |t - 20|$ – отклонение температуры окружающей среды от + 20 °С по модулю, °С;
t – текущая температура окружающей среды, °С.

Таблица 5 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Нормальные условия применения: -температура окружающей среды, °С - относительная влажность при температуре +23ºС, % - атмосферное давление, кПа	 (20 ± 5)°С от 5 до 95 от 84,0 до 106,7
Рабочие условия применения: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность при температуре +35ºС, % - атмосферное давление, кПа	 от +5 до +40 от 5 до 95 от 84,0 до 106,7
Температура транспортирования и хранения, °С	от -40 до +60
Параметры электрического питания Напряжение постоянного тока, В Напряжение переменного тока, В	 $220^{+10\%}_{-20\%}$ $220^{+10\%}_{-15\%}$
Примечание: Устройства дискретного ввода/вывода, источники питания, процессорные и запоминающие устройства, входящие в состав комплекса, не являются измерительными компонентами и не требуют утверждения типа.	

Таблица 6 – Показатели надежности

Наименование характеристики	Значение
Среднее время наработки на отказ ПТК, часов, не менее (для систем без резервирования)	50000
Средний срок службы, лет, не менее	15

Знак утверждения типа
наносится типографским способом на титульные листы эксплуатационной документации и на идентификационную табличку в соответствии с рисунком 3.

Комплектность средства измерений

Таблица 7 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество шт. /экз.
Комплекс программно-технический ТОРНАДО для автоматизированной системы управления технологическими процессами энергоблока № 7 Приморской ГРЭС	-	1
Руководство по эксплуатации	АБНС.421457.003РЭ	1
Формуляр	АБНС.421457.003ФО	1

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в разделе 4 «Описание изделия и принципов его работы» документа «Комплексы программно-технические (программно-аппаратные) «TORNADO-N» («ТОРНАДО-N»). Руководство по эксплуатации. АБНС.421457.003РЭ».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения;

Приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

Приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

Приказ Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Модульные Системы Торнадо»
(ООО «Модульные Системы Торнадо»)
ИНН 5408005710
Адрес юридического лица: 630090, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Инженерная, д.4а, офис 303
Телефон: +7 (8383) 3-633-800
Факс: +7 (8383) 3-360-933
E-mail: info@tornado.nsk.ru
Web-сайт: www.tornado.nsk.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Модульные Системы Торнадо»
(ООО «Модульные Системы Торнадо»)
ИНН 5408005710
Адрес: 630090, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Инженерная, д.4а, офис 303
Телефон: +7 (8383) 3-633-800
Факс: +7 (8383) 3-360-933
E-mail: info@tornado.nsk.ru
Web-сайт: www.tornado.nsk.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест»
(ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»)
Юридический адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, д. 31
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46
Телефон: +7 (495) 544-00-00
Web-сайт: www.rostest.ru
E-mail: info@rostest.ru
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13