

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Аппаратура формирования сигналов защиты АФСЗ

#### Назначение средства измерений

Аппаратура формирования сигналов защиты АФСЗ (далее - АФСЗ) предназначена для измерения следующих величин, характеризующих работу реакторной установки атомной электростанции (АЭС): температуры пара, натрия, воздушной среды, разности температур насыщения, давления пара, масла, скорости изменения давления, перепада давления, уровня жидкости, расхода воды и натрия, частоты питания и активной мощности ГЦН, а также частоты вращения ротора ГЦН; для приема информации от различных систем и технологического оборудования; обмена информацией с аппаратурой контроля нейтронного потока (АКНП); формирования различных сигналов защиты реактора при достижении контролируемыми параметрами значений уставок; передачи информации в аппаратуру отображения и протоколирования, а также в другие системы; отображения информации на дисплее устройств накопления и обработки.

#### Описание средства измерений

Основными функциями АФСЗ являются:

- контроль технологических параметров реакторной установки в режимах нормальной и аварийной эксплуатации реактора;
- инициирования команд в комплекс электрооборудования системы управления и защиты реактора (КЭ СУЗ), инициирования защитных действий подсистем автоматизированной системы управления технологическими процессами для реализации срабатывания защит и управления мощностью реактора, включая плановый и аварийный останов;
- передачи информации из иницилирующей части системы управления и защиты реактора для вывода на пультах и панели блочного и резервного пунктов управления (БПУ и РПУ соответственно).

АФСЗ состоит из двух трехканальных (четырёхканальных) комплектов.

Каждый канал состоит из первичной части, включающей в себя первичные измерительные преобразователи (датчики), преобразующие значение измеряемой физической величины в электрические сигналы и вторичной части, включающей одно или два устройств накопления и обработки (УНО).

В АФСЗ могут использоваться следующие типы датчиков:

- преобразователи давления измерительные ЕЈХ (исполнения А);
- датчики давления Метран-22 (исполнения АС);
- датчики давления Метран-150 (исполнения АС);
- преобразователи давления измерительные САПФИР-22ЕМ (исполнения А);
- датчики давления ТЖИУ406ДИ-М100 (исполнения АС);
- термопары утвержденного типа с градуировками ХА (К), ХК (L);
- термопреобразователи сопротивления утвержденного типа с градуировкой 100П;
- преобразователи измерительные мощности трехфазных сетей ФЕ1883-АД;
- системы измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800;
- комплексы тахометрические ИЦФР.402141.004;
- преобразователи измерительные частоты переменного тока Е858/7.

Каждое УНО принимает сигналы от датчиков, осуществляет их преобразование в частотный сигнал в диапазоне от 10,0 до 50,0 кГц, а затем преобразование в цифровой код. Также в УНО осуществляется сравнение преобразованных значений технологических параметров с уставками, формирование сигналов аварийной и предупредительной защи-

ты, вывод информации на дисплей УНО, а также в смежные системы, в том числе аппаратуру оперативного протоколирования.

Также УНО обеспечивает:

- линейризацию характеристик термоэлектрических преобразователей в диапазоне от 0 до плюс 650 °С и термопреобразователей сопротивления;
- питание датчиков УТС (кроме датчиков частоты электропитания главного циркуляционного насоса) постоянным напряжением плюс  $(24,0 \pm 2,0)$  В, током не более 30 мА;
- питание ТСП постоянным током номиналом 1 мА;
- автоматическое введение поправок на температуру свободных концов термопар по сигналам от ТСП, измеряющих температуру холодного спая термопар.

Внешний вид УНО представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид УНО

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) АФСЗ состоит из программного обеспечения УНО, конструктивно представляющего собой запираемый на ключ шкаф. Ключ предоставляется ремонтному персоналу по наряду или допуску. Открытие двери УНО сигнализируется на пунктах управления. Уровень защиты ПО от преднамеренных и непреднамеренных изменений – средний (по Р 50.2.077-2014).

Метрологические характеристики, указанные в таблице 2, нормированы с учетом влияния ПО.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	РУНК.01058-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01058
Цифровой идентификатор ПО	Не используется

### Метрологические и технические характеристики

Перечень типов датчиков, используемых в АФСЗ и их метрологические характеристики приведены в таблице 2.

Основные технические характеристики ИК АФСЗ приведены в таблице 3.

Таблица 2 - Перечень типов датчиков, используемых в АФСЗ

№	Тип датчика	Пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности, %
1	EJX510A	$\pm 0,1$
2	EJX530A	$\pm 0,1$
3	EJX110A	$\pm 0,04$
4	МЕТРАН-22АС-ДИ	$\pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,5^*$
5	МЕТРАН-22АС-ДД	$\pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,5; \pm 1,0^*$
6	Метран-150АС (избыточное давление)	$\pm 0,1; \pm 0,2; \pm 0,5^*$
7	Метран-150АС (дифференциальное давление)	$\pm 0,1; \pm 0,2; \pm 0,5^*$
8	ДДПН-К	$\pm 0,4; \pm 0,6; \pm 2,0^*$
9	ТЖИУ406ДИ-М100-АС	$\pm 0,25$
10	ТЖИУ406ДА-М100-АС	$\pm 0,25$
11	ТЖИУ406ДИВ-М100-АС	$\pm 0,25$

Окончание таблицы 2

№	Тип датчика	Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности, %
12	ТЖИУ406ДД-М100-АС	$\pm 0,25$
13	Термопары с градуировкой ХА (К)	Класс допуска 2**
14	Термопары с градуировкой ХК (L)	Класс допуска 2**
15	Термопреобразователи сопротивления с градуировкой 100П	Класс допуска А
16	ФЕ1883-АД-2-3-3-03-N-1	$\pm 1,0$
17	Система измерения расхода натрия через ГЦН-1	$\pm 2,5$
18	ИЦФР.402141.004	$\pm 0,25$
19	Е858/7	$\pm 0,02$ (от значения 50 Гц)
<p>* Погрешность зависит от модификации датчика  ** Абсолютная погрешность. В АФСЗ также могут использоваться термопары с индивидуальными статическими характеристиками.</p>		

Допускается применение в АФСЗ иных датчиков утвержденных типов взамен указанных в таблице 2 при выполнении следующих условий:

- наличии решения пользователя (АЭС) о возможности замены;
- наличии положительного заключения метрологической экспертизы материалов по замене (решения о возможности замены, а также эксплуатационной документации на датчики, устанавливаемые взамен указанных в таблице 2) в соответствии с РД ЭО 1.1.2.01.0924-2013 «Метрологическое обеспечение атомных станций. Метрологическое обеспечение измерительных систем при сооружении и эксплуатации атомных станций. Основные положения». В заключении экспертизы должно быть отражено, что датчики, устанавливаемые взамен указанных в таблице 2, технически совместимы со вторичной частью ИК, а также подтверждено соответствие метрологических характеристик ИК, в котором происходит замена датчика, таблице 3 (графа 9) описания типа АФСЗ.

Таблица 3 — Метрологические характеристики ИК

№ ИК	Измеряемая величина	Диапазон измерений	Датчик		Вторичная часть ИК			Пределы допускаемой погрешности ИК <sup>1</sup>
			№ в таблице 2	Выходной сигнал (входной сигнал вторичной части)	Выходной сигнал	Пределы допускаемой приведенной к диапазону погрешности в рабочих условиях, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Температура в «горячей нитке» реакторной установки	от 0 до 400 °С	14, 15 <sup>2</sup>	От 0 до 31,49 мВ От 100 до 139,11 Ом	УНО	Цифровой 12 бит	± 0,5	± 3,2 °С <sup>3</sup>
			13, 15 <sup>2</sup>	От 0 до 16,40 мВ От 100 до 139,11 Ом				± 3,6 °С <sup>3</sup>
2	Температура в «холодной нитке» реакторной установки	от 0 до 400 °С	14, 15 <sup>2</sup>	От 0 до 31,49 мВ От 100 до 139,11 Ом			± 0,5	± 3,2 °С <sup>3</sup>
			13, 15 <sup>2</sup>	От 0 до 16,40 мВ От 100 до 139,11 Ом				± 3,6 °С <sup>3</sup>
3	Температура натрия	от 0 до 650 °С	13, 15 <sup>2</sup>	От 0 до 27,03 мВ От 100 до 139,11 Ом			± 0,5	± 5,7 °С <sup>3</sup>
4	Температура под гермооболочкой	от 0 до 150 °С	15	От 100 до 158,2 Ом			± 0,5	± 0,8 % <sup>4</sup>
5	Давление над активной зоной (давление в первом контуре)	от 0 до 25 МПа (от 0 до 250 кгс/см <sup>2</sup> )	4, 6, 9	От 4 до 20 мА			Цифровой 12 бит и частотный от 10,0 до 50,0 кГц	± 0,25
6	Частота питания ГЦН	от 45 до 55 Гц	19	От 4 до 20 мА	± 0,25	± 0,35 % <sup>4</sup>		

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Разность температур насыщения первого контура и «горячей нитки»	Расчетный параметр	Информация поступает в цифровом виде от ИК № 5 и 1		УНО	Цифровой 12 бит	± 0,55	± 0,55 % <sup>6</sup>
8	Разность температур насыщения первого и второго контуров	Расчетный параметр	Информация поступает в цифровом виде от ИК № 5 и 11				± 0,50	± 0,50 % <sup>6</sup>
9	Скорость изменения давления	от 0 до 250 кПа/с (от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> /с)	8	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,65 % до ± 2,25 % <sup>5</sup>
10	Давление в главном паровом коллекторе	от 0 до 10 МПа (от 0 до 100 кгс/см <sup>2</sup> )	4, 6, 9	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,35 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
11	Давление в паропроводе второго контура	от 0 до 10 МПа (от 0 до 100 кгс/см <sup>2</sup> )	4, 6, 9	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,35 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
12	Давление под гермооболочкой	от минус 50 до 50 кПа (от -0,5 до 0,5 кгс/см <sup>2</sup> )	4, 11	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,45 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
13	Перепад давления на ГЦН	от 0 до 1 МПа (от 0 до 10 кгс/см <sup>2</sup> )	7, 12	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,35 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
14	Активная мощность ГЦН	от 0 до 16368 кВт	16	От 4 до 20 мА			± 0,25	± 1,25 % <sup>7</sup>
15	Уровень в парогенераторе	от 0 до 400 см	5, 7, 9	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,35 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Уровень в компенсаторе давления	от 0 до 630 см	5, 7, 9	От 4 до 20 мА	УНО	Цифровой 12 бит	± 0,25	от ± 0,35 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
17	Давление пара за клапаном питательного насоса	от 0 до 1 МПа (от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )	4, 10	От 4 до 20 мА			± 0,25	от ± 0,45 % до ± 0,75 % <sup>5</sup>
18	Частота вращения ротора насоса ГЦН	от 9,72 до 1500 об./мин	18	От 4 до 20 мА			± 0,25	± 0,5 % <sup>4</sup>
19	Расход питательной воды в секции ПГ	от 0 до 36 кг/с	3	От 4 до 20 мА			± 0,25	± 0,29 % <sup>4</sup>
20	Давление масла в напорной камере ВПУ ГЦН	от 0 до 0,6 МПа	2	От 4 до 20 мА			± 0,25	± 0,35 % <sup>4</sup>
21	Давление в конденсаторе турбины	от 0 до 0,16 МПа	1	От 4 до 20 мА		± 0,25	± 0,35 % <sup>4</sup>	
22	Расход натрия через ГЦН-1	0,125 до 5 кг/с	17	От 4 до 20 мА	Цифровой 12 бит и частотный от 10,0 до 50,0 кГц	± 0,25	± 2,75 % <sup>4</sup>	

Примечания:

<sup>1</sup> включает основную погрешность датчика и погрешность вторичной части в рабочих условиях применения;

<sup>2</sup> для компенсации температуры холодного спая;

<sup>3</sup> абсолютная погрешность ИК с учетом канала компенсации температуры холодного спая;

<sup>4</sup> приведенная к диапазону погрешность;

<sup>5</sup> приведенная к диапазону погрешность, в зависимости от установленного датчика;

<sup>6</sup> приведенная к диапазону погрешность, учитывая погрешность расчета;

<sup>7</sup> приведенная к диапазону погрешность, без учета погрешности измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Рабочие условия применения датчиков – в соответствии с их документацией.

Рабочие условия применения УНО:

- температура окружающего воздуха от +10 до +40 °С
- относительная влажность до 80 % при +25 °С без конденсации.

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист документа «Аппаратура формирования сигналов защиты АФСЗ. Руководство по эксплуатации» РУНК.501319 РЭ типографским способом.

#### Комплектность средства измерений

Комплектность АФСЗ указана в таблице 4:

Таблица 4 – Комплектность АФСЗ

Наименование	Количество
Комплект датчиков (типы - в зависимости от заказа)	1 комплект
Устройство накопления и обработки УНО	12 шт.*
Комплект запасных частей и принадлежностей	1 комплект
Комплект монтажных частей	1 комплект
Комплект документации - Инструкция по монтажу УНО; - Инструкция по электромонтажу выносных устройств; - Схема электрическая общая с перечнем элементов на аппаратуру (в составе альбома); - Руководство по эксплуатации; - Паспорт; - Ведомость ЗИП; - Ведомость монтажных частей; - Схемы электрические, перечни элементов, и габаритные чертежи; - Методика поверки	1 комплект

\* не более 12 шт., точное количество определяется заказом.

#### Поверка

осуществляется по документу МП 60074-15 «Аппаратура формирования сигналов защиты АФСЗ. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» в ноябре 2014 г. Основные средства поверки указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Основные средства поверки АФСЗ

Средство измерений	Тип	Основные характеристики
Калибратор электрических сигналов	СА51	<p>Диапазон воспроизведения тока 4-20 мА погрешность <math>\pm (0,025 \% \text{ показ.} + 3 \text{ мкА})</math>.</p> <p>Диапазон воспроизведения сопротивления от 1 до 400 Ом погрешность <math>\pm (0,025 \% \text{ показ.} + 0,1 \text{ Ом})</math></p> <p>Диапазон воспроизведения напряжения (0-100) мВ погрешность <math>\pm (0,02 \% \text{ показ.} + 15 \text{ мкВ})</math></p>
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный	ИКСУ-2000	<p>Диапазон воспроизведения тока 0-25 мА погрешность <math>\pm (0,006 \text{ мА})</math>.</p> <p>Диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 180 Ом погрешность <math>\pm 0,025 \text{ Ом}</math></p> <p>Диапазон воспроизведения напряжения (минус 10 - 60) мВ погрешность <math>\pm (10 \text{ мкВ})</math></p>
Частотомер	ЧЗ-63	Диапазон измерений от 0,1 Гц до 200 МГц, относительная погрешность $\pm ( \delta_0  +  1/(f_{\text{изм}} \cdot t_{\text{сч}}) )$

**Сведения о методиках (методах) измерений**

Методы измерений изложены в документе «Аппаратура формирования сигналов защиты АФСЗ. Руководство по эксплуатации» РУНК.501319 РЭ.

**Нормативные документы, устанавливающие требования к аппаратуре формирования сигналов защиты АФСЗ**

Измерительные каналы аппаратуры формирования сигналов защит АФСЗ. Пояснительная записка.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений:**

- осуществление деятельности в области использования атомной энергии.

**Изготовитель**

ЗАО «СНИИП-Систематом»  
Адрес: 123060 г. Москва, ул. Расплетина д.5, стр.10  
тел. 8-495-748-52-51  
факс. 8-495-748-52-54,

**Испытательный  
центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66;

E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru) , [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.