

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы измерительные в составе управляющих систем безопасности энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 (ИС УСБ-АЭС-440)

Назначение средства измерений

Системы измерительные в составе управляющих систем безопасности энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 (далее по тексту - ИС УСБ-АЭС-440 или системы) предназначены для измерения и преобразования к цифровому виду значений следующих физических параметров: давления, разности давлений, расхода, уровня, температуры, нейтронной мощности реактора, периода реактора, реактивности, частоты и периода изменения частоты; обработки, регистрации, отображения указанных параметров и передачи на сервер, а также для формирования выходных дискретных и аналоговых сигналов, в том числе для управления и технологической сигнализации.

Описание средства измерений

Управляющие системы безопасности энергоблоков атомных электрических станций с реакторами типа ВВЭР-440 (далее - УСБ-АЭС-440) выделяются в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее - АСУ ТП) на функциональном уровне и предназначены для обеспечения безопасной эксплуатации АЭС.

В свою очередь, ИС УСБ-АЭС-440 выделяются на функциональном уровне в составе УСБ-АЭС-440. ИС УСБ-АЭС-440 получают и обрабатывают измерительную информацию о состоянии технологического оборудования энергоблока АЭС, отображают и регистрируют результаты измерений, преобразуют полученные данные в выходные дискретные и аналоговые сигналы с целью обеспечения безопасной эксплуатации энергоблока.

ИС УСБ-АЭС-440 характеризуются следующим:

- ИС УСБ-АЭС-440 проектируются для конкретных объектов (энергоблоков АЭС), но при этом составы групп их измерительных каналов (далее – ИК) и типов используемых ИК внутри групп сохраняются от объекта к объекту;
- установка ИС УСБ-АЭС-440 на месте эксплуатации осуществляется в соответствии с проектной документацией на АСУ ТП конкретного энергоблока АЭС и эксплуатационной документацией на подсистемы и оборудование АСУ ТП;
- компоненты ИК ИС УСБ-АЭС-440 изготавливаются различными изготовителями и поставляются как законченные изделия на энергоблок.

В состав ИС УСБ-АЭС-440 входят:

- а) датчики технологических параметров и первичные измерительные преобразователи (далее - датчики);
- б) измерительные, вычислительные и связующие компоненты, образующие вторичную электрическую часть ИК (далее - ВИК) и являющиеся структурными элементами:
 - иницирующей части аварийной и предупредительной защиты (АЗ и ПЗ), иницирующей части управляющей системы безопасности технологической (УСБТ) (подсистема ИС-УСБ-АЭС-TXS-440);
 - аппаратуры контроля нейтронного потока (подсистема ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440);
 - устройства автоматического регулирования мощности комплекса электрооборудования системы управления и защиты (СУЗ) (подсистема ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440);
 - серверных устройств аппаратуры обработки и протоколирования (АОП);
 - оборудования для обмена информацией с серверными устройствами АОП;

- устройств отображения измерительной информации на блочном щите управления (БЩУ) и резервном щите управления (РЩУ).

ВИК предназначены для измерительного преобразования входных аналоговых сигналов в выходные цифровые и аналоговые сигналы, поступающие на устройства отображения и хранения измерительной информации, а также в смежные подсистемы.

Компоненты ВИК каждой из подсистем монтируются в отдельных шкафах.

Структура ИС УСБ-АЭС-440 представлена на рисунках 1-3.

Примечание - на рисунках 1-3 цифры в круглых скобках () обозначают количество измеряемых технологических параметров данного вида.

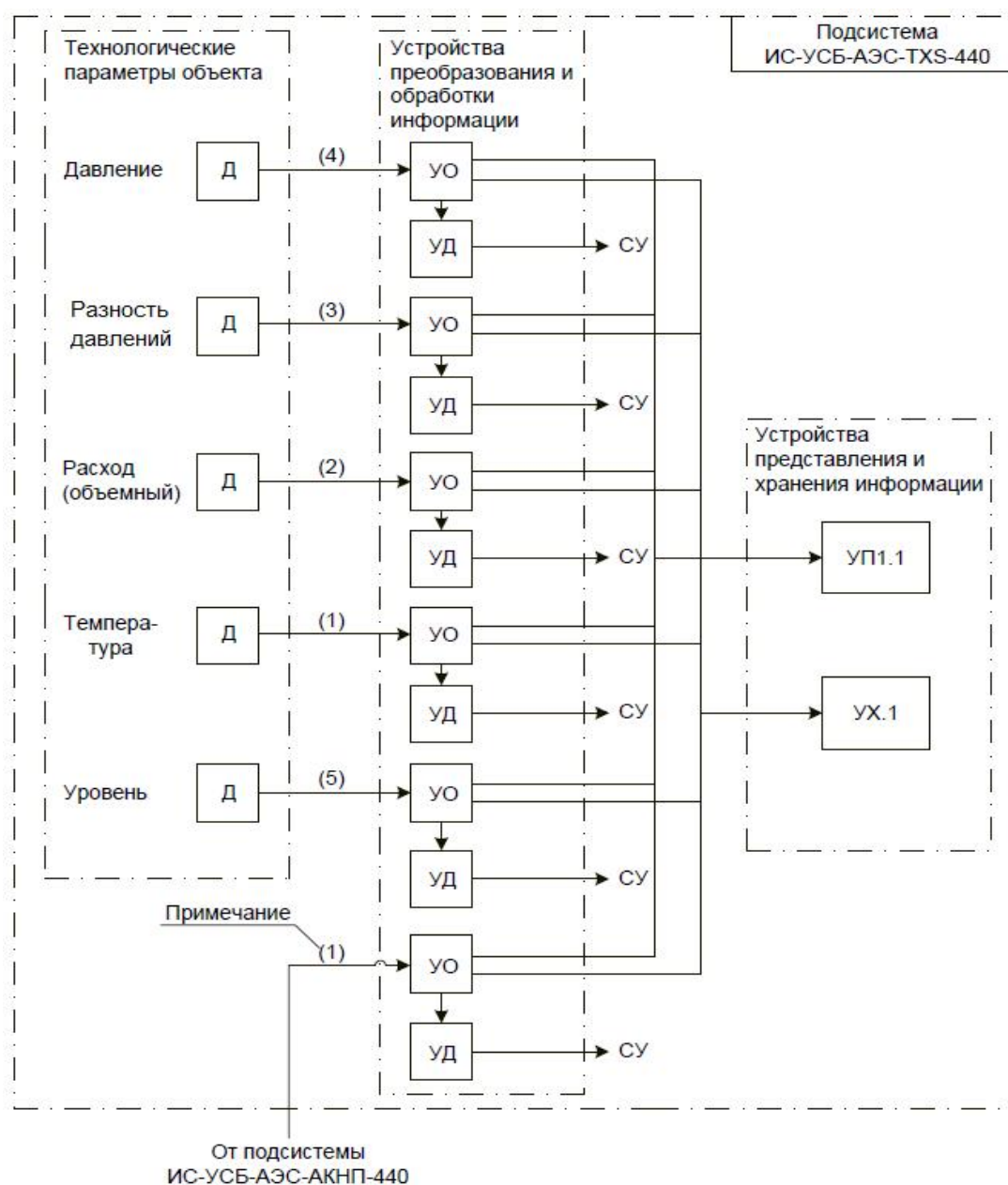


Рисунок 1 - Структура ИС УСБ-АЭС-440 (подсистема ИС-УСБ-АЭС-TXS-440).
 (Д - датчик; УО - модули, осуществляющие преобразование и обработку измерительной информации; УД - узел формирования выходных дискретных сигналов управления и технологической сигнализации; СУ - сигнал управления и технологической сигнализации;
 УП1.1 - устройство представления измерительной информации (дисплей АРМ АОП);
 УХ.1 - устройство хранения измерительной информации (сервер АОП))

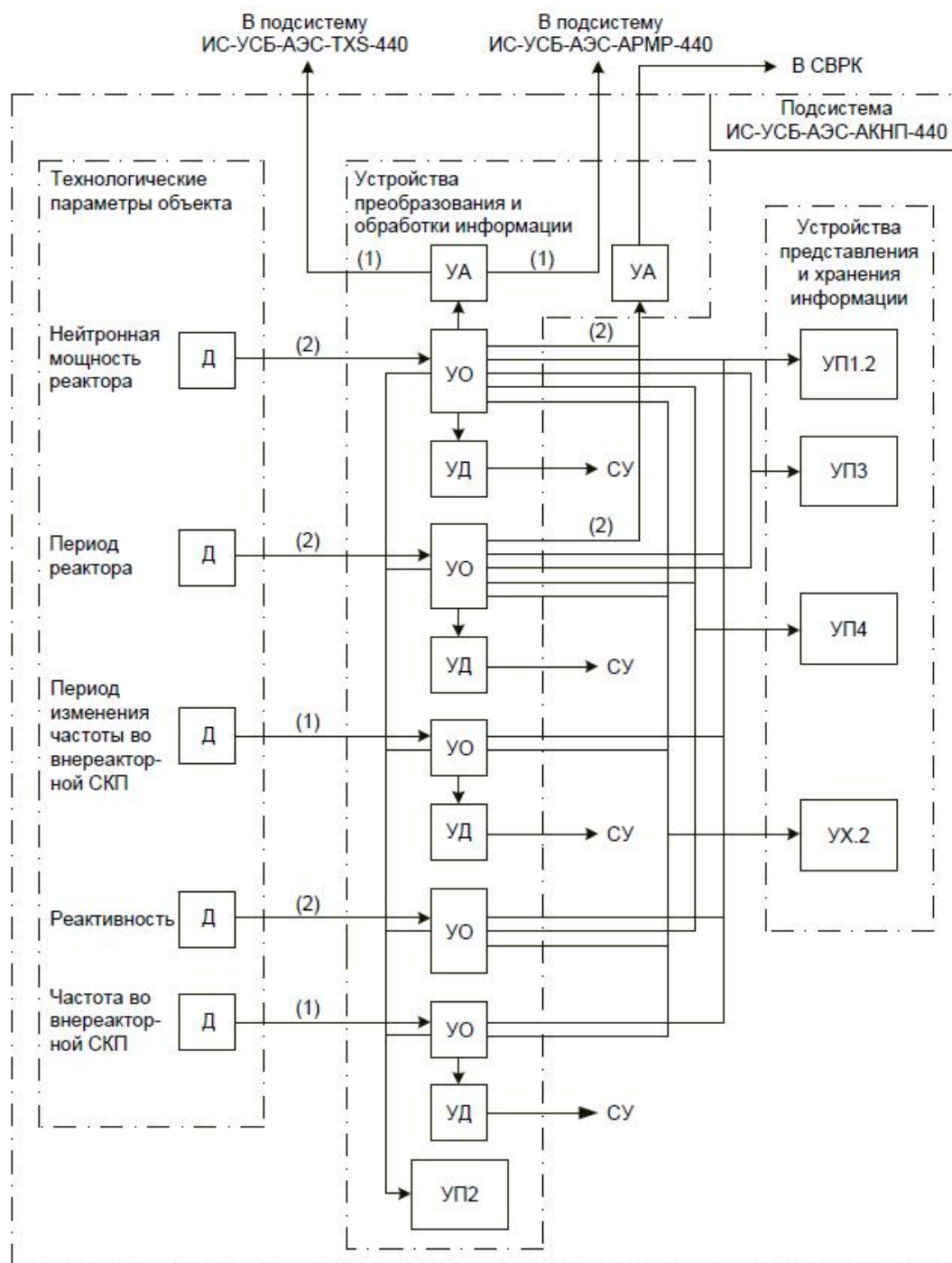


Рисунок 2 - Структура ИК ИС УСБ-АЭС-440 (подсистема ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440).
(Д - датчик; УО - модули, осуществляющие преобразование и обработку измерительной информации; УД - узел формирования выходных дискретных сигналов управления и технологической сигнализации; СУ - сигнал управления и технологической сигнализации; УА - узел формирования выходных унифицированных аналоговых сигналов; УП2 - устройство представления информации (блок БНО-06); УП1.2 - устройство представления измерительной информации (дисплей АРМ АОП); УП3 - устройство представления информации (блок БИЦ-04); УП4 - устройство представления информации (регистратор РМТ 59); УХ.2 - устройство хранения измерительной информации (сервер АОП))

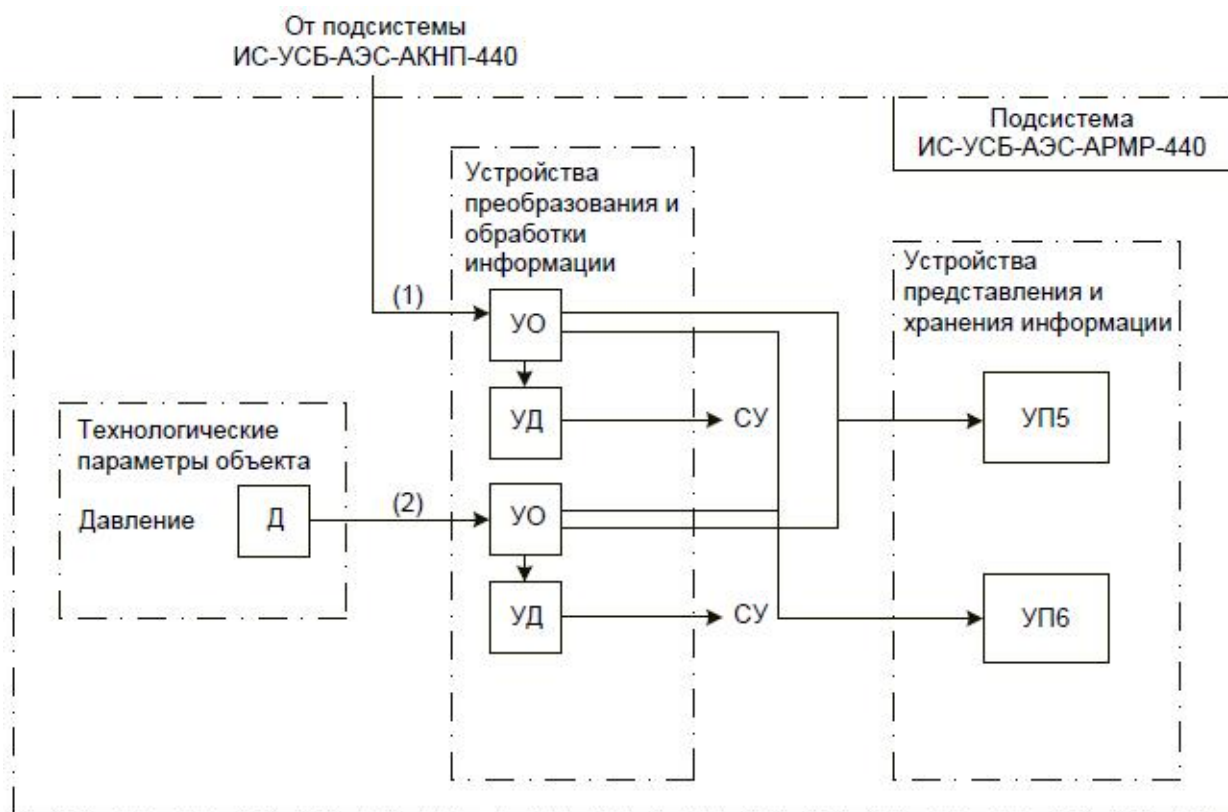


Рисунок 3 - Структура ИК ИС УСБ-АЭС-440 (подсистема ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440).
(Д - датчик; УО - модули, осуществляющие преобразование и обработку измерительной информации; УД - узел формирования выходных дискретных сигналов управления и технологической сигнализации; СУ - сигнал управления и технологической сигнализации; УП5 - устройство представления информации (пульт ПУС-1); УП6 - устройство представления информации (УРО-5))

Для повышения надежности работы ИС УСБ-АЭС-440 использованы принципы резервирования и перекрестной перепроверки измерительной информации ИК.

Программное обеспечение

Метрологически значимым для ИС УСБ-АЭС-440 является программное обеспечение (далее - ПО) компонентов и узлов, обеспечивающих функционирование измерительной системы в составе:

- иницирующей части подсистем АЗ, ПЗ и УСБТ (далее ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-TXS-440);
- аппаратуры контроля нейтронного потока АКНП-02 (далее ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440);
- устройства автоматического регулирования мощности УАРМ-2 комплекта электрооборудования КЭ СУЗ (далее ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440);

ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-TXS-440 включает в себя программные комплексы подсистем «АЗ-УСБТ» и «ПЗ», генерируемые на основе пакета программного обеспечения «TXS CORE Software» и содержащие системные и прикладные программные компоненты для модулей обработки информации SVE2 из состава ИК ИС-УСБ-АЭС-TXS-440.

Загрузка программных компонент в модули SVE2 выполняется на заводе-изготовителе во время производственного цикла. Указанные компоненты недоступны

персоналу АЭС и не могут быть изменены им в процессе эксплуатации.

С целью технического ремонта и обслуживания на АЭС предусматривается загрузка резервных копий программных компонент в модули SVE2 в случае их выхода из строя и замены из состава ЗИП. В комплект поставки шкафов подсистемы ИС-УСБ-АЭС-TXS-440 входят оптические носители, содержащие резервные копии программных компонент модулей SVE2, и необходимые сервисные программно-технические средства.

Для выполнения процедуры загрузки сервисные средства подключаются кабелем к разъему на лицевой панели соответствующего модуля SVE2. Проверка полноты и правильности загрузки программных компонент предусматривает сравнение значений контрольных сумм сегментов памяти модуля SVE2 с контрольными значениями, приведенными в эксплуатационной программной документации.

Методы, используемые для защиты ПО ИС-УСБ-АЭС-TXS-440:

- механические (закрытие дверей шкафов с оборудованием на ключ, контроль состояния дверей с сигнализацией о несанкционированном доступе внутрь);
- конструктивные (размещение ПО в энергонезависимой памяти; необходимость специальных технических и программных средств для какой-либо его модификации, в том числе для загрузки его резервных копий);
- программные (установка паролей для различных уровней доступа к установке копий программных компонент в модули SVE2, контроль идентификационных данных этого ПО);
- организационные (учет, хранение и обращение на АЭС оптических носителей с резервными копиями программных компонент в модули SVE2).

Идентификационные данные ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-TXS-440 приведены в таблице 1.

ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440 содержит пакет программного обеспечения и конфигураций ПЛИС аппаратуры АКНП-02.

Пакет программного обеспечения и конфигураций ПЛИС аппаратуры АКНП-02 включает в себя программное обеспечение узлов обработки информации измерительных каналов АКНП (ПВЦ-11, ПАН-02, ПАР-02, ПАЭ-02, ПАФ-02), а также конфигурации программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), используемых в узлах ПВЦ-11, ПАН-02, ПАР-02, ПАЭ-02, ПАФ-02.

Встроенное микропрограммное ПО узлов ПВЦ-11, ПАН-02, ПАР-02, ПАЭ-02, ПАФ-02 загружается в постоянную память их микроконтроллеров на заводе-изготовителе во время производственного цикла.

Изменение кодов программ недоступно персоналу АЭС и не подлежит изменению на протяжении всего срока эксплуатации.

Функциональность ПЛИС определяется при программировании на заводе-изготовителе во время производственного цикла. Она также недоступна персоналу АЭС при эксплуатации измерительной подсистемы.

Методы, используемые для защиты ПО ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440:

- механические (закрытие дверей шкафов аппаратуры АКНП на ключ, контроль состояния дверей с сигнализацией о несанкционированном доступе внутрь; закрытие на ключ блока задания уставок по мощности БКЦ-03 на ключ);
- программные (доступ к регламентным технологическим настройкам и уставкам только при наличии соответствующего разрешающего сигнала, защита паролями, контроль идентификационных данных ПО и конфигураций ПЛИС).

Идентификационные данные ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440 приведены в таблице 2.

ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440 содержит:

- резидентное ПО из состава комплекса программ 0229767.20400-02 «Комплекс

программ целевого программирования МСКУ/КМп»;

- ПО преобразователей «ток-код» ПТК(Р)-1КМ и «напряжение-код» ПНК(Р)-1КМ4;

- прикладное ПО УАРМ-2.

Встроенное микропрограммное ПО преобразователей ПТК(Р)-1КМ и ПНК(Р)-1КМ4 загружается в постоянную память их микроконтроллеров на заводе-изготовителе во время производственного цикла. Оно недоступно персоналу АЭС и не подлежит изменению на протяжении всего срока эксплуатации.

Резидентное ПО из состава комплекса программ 0229767.20400-02 «Комплекс программ целевого программирования МСКУ/КМп» включает все программные модули, необходимые для выполнения требуемых функций, и в совокупности с настройками на конфигурацию выполняемых задач УАРМ-2 формирует прикладное ПО УАРМ-2 комплекса программ «Управляющая программа устройства автоматического регулирования мощности УАРМ-2», который записывается во флэш-память контроллера КМп-29 изготовителем. Внесение изменений в резидентное и прикладное ПО УАРМ-2 (кроме изменения регламентных технологических настроек ПО УАРМ-2) персоналом АЭС в процессе эксплуатации не предусмотрено.

Методы, используемые для защиты ПО ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440:

- механические (использование в шкафу УАРМ-2 замка с пломбированием, контроль состояния дверей с сигнализацией о несанкционированном доступе внутрь);

- конструктивные (размещение ПО в энергонезависимой памяти; необходимость специальных технических и программных средств для какой-либо его модификации, например, для изменения регламентных технологических настроек);

- программные (установка паролей для различных уровней доступа к изменению настроек, контроль идентификационных данных ПО).

Идентификационные данные ПО измерительной подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440 приведены в таблице 3.

Метрологические характеристики ИС УСБ-АЭС-440 оценены с учетом влияния ПО всех компонентов, входящих в их состав.

Защита ПО ИС УСБ-АЭС-440 от несанкционированного доступа соответствует уровню защиты «А» в соответствии с МИ 3286-2010.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО ИС-УСБ-АЭС-TXS-440

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (выпуска) ПО	Цифровой идентификатор ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Пакет программного обеспечения TXS	TXS CORE Software	3.3.x	Номер версии (выпуска) ПО	Номер версии (выпуска) ПО считывается с экрана терминала сервисной станции
Файлы с прикладными программными компонентами модулей обработки SVE2 шкафов ПТК АЗ-АЗ УСБТ конкретного энергоблока АЭС	cru1311.mic	Не используется	Приведен в эксплуатационной документации на ПТК АЗ-АЗ УСБТ конкретного энергоблока АЭС (см. примечание)	CRC32
	cru1415.mic			
	cru1610.mic			
	cru2311.mic			
	cru2415.mic			
	cru2610.mic			
	cru3311.mic			
	cru3415.mic			
	cru3610.mic			
Примечание – изменения цифровых идентификаторов ПО модулей обработки SVE2 в процессе эксплуатации проводят при условии положительных результатов отладки, верификации и тестирования всех внесенных в ПО изменений и отражают в эксплуатационной документации ПТК АЗ-АЗ УСБТ				

Таблица 2 - Идентификационные данные ПО ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии		Цифровой идентификатор ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
		ПО	конфигурации ПЛИС		
Пакет программного обеспечения и конфигураций ПЛИС аппаратуры АКНП-02, в том числе:	АКНП-440	1.4.0 (см. примечание)	—	Номера версий ПО и конфигураций ПЛИС	Номер версии ПО считывается с экрана блока БНО-06
Программное обеспечение и конфигурация ПЛИС узла обмена информацией ПВЦ-11	СФЮА.00172-01	Не используется	Приведены в эксплуатационной документации аппаратуры АКНП-02 конкретного энергоблока АЭС (см. примечание)		Номер конфигурации ПЛИС считывается из узла и сравнивается со значением из таблицы параметров конфигурационного файла блока БНО-06
Программное обеспечение и конфигурация ПЛИС узла контроля нейтронного потока ПАН-02	СФЮА.00168-01				
Программное обеспечение и конфигурация ПЛИС узла контроля реактивности ПАР-02	СФЮА.00170-01				
Программное обеспечение и конфигурация ПЛИС узла контроля загрузки топлива ПАФ-02	СФЮА.00171-01				
Программное обеспечение и конфигурация ПЛИС узла контроля энергораспределения ПАЭ-02	СФЮА.00169-01				
Примечание – изменения номеров версий ПО и конфигураций ПЛИС в процессе эксплуатации проводят при условии положительных результатов отладки, верификации и тестирования всех внесенных в ПО и конфигурации ПЛИС изменений и отражают в эксплуатационной документации аппаратуры АКНП-02					

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Резидентное программное обеспечение микропроцессорного контроллера КМп-29 «Комплекс программ целевого программирования МСКУ/КМп»	0229767.20400-02	2	Приведен в эксплуатационной документации устройства УАРМ-2 конкретного энергоблока АЭС (см. примечание)	Арифметическая сумма четырех байтов результата CRC32. Хранится в первой ячейке исполняемого модуля.
Программное обеспечение преобразователя «ток-код» ПТК(Р)–1КМ 0229767.00642-01	ИТКЯ.468154.060М	1		Арифметическая сумма всех байтов. Хранится в ячейке 0xFFFF исполняемого модуля.
Программное обеспечение преобразователя «напряжение-код» ПНК(Р)-1КМ4 0229767.00643-01	ИТКЯ.468154.059М	1		
Примечание – изменение цифровых идентификаторов ПО в процессе эксплуатации проводят при условии положительных результатов отладки, верификации и тестирования всех внесенных в ПО изменений и отражают в эксплуатационной документации устройства УАРМ-2				

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические характеристики ИК ИС УСБ-АЭС-440 приведены в таблицах 4-6.

Таблица 4 - Состав и основные метрологические характеристики ИК группы ТХС-440

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{осн}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{доп}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения давления в полукolleкторе ГПК, [1.01-1.03]	от 0 до 60 кгс/см ²	Датчики избыточного давления Метран-22-ДИ-АС-1 или ТЖИУ406-ДИ-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерения давления борного раствора на напоре спринклерного насоса, [1.04-1.06]	от минус 1 до плюс 9 кгс/см ²	Датчики давления-разрежения Метран-22-ДИВ-АС-1 или ТЖИУ406-ДИВ-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения давления в боксе парогенераторов, [1.07-1.09]	от минус 1 до плюс 0,6 кгс/см ²	Датчики абсолютного давления Метран-22-ДА-АС-1 или ТЖИУ406-ДА-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерения давления на выходе из реактора, [1.10-1.12]	от 0 до 160 кгс/см ²	Датчики избыточного давления Метран-22-ДИ-АС-1 или ТЖИУ406-ДИ-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения перепада давления между ГПК и ПГ, [1.13-1.15]; Каналы измерения перепада давления воды на ГЦН, [1.16-1.18]	от 0 до 6,3 кгс/см ²	Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерения перепада давления на реакторе, [1.19-1.21]	от 0 до 4 кгс/см ²		±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^3 датчика при температуре 50 °С, % от диапазона измерений	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
Каналы измерения расхода борного раствора в основной магистрали насоса САОЗ, [1.22-1.24]	от 0 до 63 кПа (от 0 до 400 м ³ /ч)	Диафрагма с угловым способом отбора давления по ГОСТ 8.586.2-2005 типа БК1441078; Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС, на выходе от 4 до 20 мА	± 2 в поддиапазоне измерений от 30 до 100 %; в поддиапазоне от 0 до 30 % - не нормируется	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC APM АОП	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$
				SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$
				SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$
Каналы измерения расхода борного раствора в основной магистрали спринклерного насоса, [1.25-1.27]	от 0 до 10 кПа (от 0 до 250 м ³ /ч)	Диафрагма с угловым способом отбора давления по ГОСТ 8.586.2-2005 типа Л8-78.000-01; Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС, на выходе от 4 до 20 мА	± 2 в поддиапазоне измерений от 30 до 100 %; в поддиапазоне от 0 до 30 % - не нормируется	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC APM АОП	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$
				SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$
				SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	$\pm 0,37$	$\pm 2,34$

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Δ^2 датчика, °С	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	Δ^2 ВИК с учетом t_{xc} , для климатического исполнения УХЛ4.1, °С	Δ^2 ИК, для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, °С
Каналы измерения температуры в горячей нитке петли, [1.28-1.30]	от 0 до 400 °С	А: преобразователь термоэлектрический ТХА-01, или Б: сборка термопреобразователей СБ220/КТК-01(ХА) класса допуска 1. Термопреобразователь сопротивления STT1-PT100 (изм. температуры в точке холодного спая)	А: $\pm 0,5$ °С, или Б: $\pm 0,004 \cdot T_{гн}$;	STT1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	$\pm 1,12$	А: $\pm 1,26$
				Б: $\pm 2,16$		
			$\Delta_{STT-PT100} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot T_{xc})$ °С	STT1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	$\pm 1,12$	А: $\pm 1,26$
				Б: $\pm 2,16$		
			$\pm 1,12$	STT1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	$\pm 1,12$	А: $\pm 1,26$
				Б: $\pm 2,16$		

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения уровня в баке аварийного запаса борного раствора низкой (высокой) концентрации, [1.31-1.33]	от 40 до 0 кПа (от 0 до 4000 мм)	Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 20 до 4 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC APM АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерения уровня в баке гидразингидрата, [1.34-1.36]	от 25 до 0 кПа (от 0 до 2500 мм)		±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей PC APM АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения уровня воды в парогенераторе (регулируемого), [1.37-1.39]	от 6,3 до 0 кПа (от минус 315 до плюс 315 мм)	Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 20 до 4 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерения уровня воды в парогенераторе (общего), [1.40-1.42]	от 40 до 0 кПа (от 0 до 4000 мм)	от 20 до 4 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86

Продолжение таблицы 4

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ⁵⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения уровня воды в компенсаторе давления, [1.43-1.45]	от 63 до 0 кПа (от 2240 до 8540 мм)	Датчики разности давлений Метран-22-ДД-АС-1 или ТЖИУ406-ДД-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 20 до 4 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±0,59
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,86
Каналы измерений нейтронной мощности реактора в рабочем поддиапазоне РД2 (N _{РД2}), [1.46-1.48]	от 1 до 120 % от N _{пов}	Источник входного унифицированного измерительного сигнала (4-20) мА – аппаратура АКНП-02, измерительные каналы которой входят в состав ИС-УСБ-АЭС-440	±1,00	-	SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±0,37	±1,21
					SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => Сервер АОП	±0,37	±1,21
					SAA1 => SNV1-2,5 => SAI1 => SVE2 => SDO1-24 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±0,37	±1,21

Окончание таблицы 4

Примечания 1) γ - пределы допускаемой приведенной погрешности ($\gamma_{\text{осн}}$ - основная, $\gamma_{\text{доп}}$ - дополнительная); 2) Δ - пределы допускаемой абсолютной погрешности; 3) δ - пределы допускаемой относительной погрешности; 4) все приведенные погрешности рассчитаны в соответствии с документом МУ 1.2.1.16.0047-2011 «Методика расчета метрологических характеристик измерительных каналов систем атомных станций. Методические указания» и соответствуют вероятности $P=0,95$; 5) В квадратных скобках [] указаны условные порядковые номера ИК согласно документу 59085090.425210.046.ВБ «Атомные станции. Управляющие системы безопасности энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-440 (УСБ-АЭС-440). Система измерительная в составе УСБ-АЭС-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Перечень измерительных каналов».

Таблица 5 - Состав и основные метрологические характеристики ИК группы АКНП-440

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ ¹⁾ датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ ¹⁾ ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ ¹⁾ ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений нейтронной мощности реактора в поддиапазонах ПД и РД1 (N _{ПД} , R _{Д1}), [2.01-2.07]	от 1,0·10 ⁻⁸ до 1,0·10 ⁻² % от N _{ПОВ}	Устройство детектирования УДПН-01 и устройство детектирования УДПН-02, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,5 до 75000 Гц	±24,6 (УДПН-01, импульсный режим) ⁵⁾	ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	±10,0	±10,0 (при условии выполнения ручного тарирования показаний мощности) ⁴⁾
	от 1,0·10 ⁻³ до 1,0 % от N _{ПОВ}		±24,6 (УДПН-02) ⁵⁾	ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП	±10,0	
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАН-02 => Дисплей блока БИЦ-04		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В39-01 => Регистратор РМТ 59		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В49-02 => СВРК		
	свыше 1 до 150 % от N _{ПОВ}		±24,6 (УДПН-02) ⁵⁾	ПАН-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации	±1,0	±1,0 (при условии выполнения ручного тарирования показаний мощности) ⁴⁾

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^1) датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ^1) ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ^1) ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений нейтронной мощности реактора в поддиапазоне РД2 (N_{РД2}) Примечание - Для выполнения автоматической коррекции показаний мощности используются измерительные сигналы температуры теплоносителя в горячей (Т_{ГН}) и холодной (Т_{ХН}) нитках петли, [2.08-2.15]	от 1 до 150 % от N _{ПОВ}	Устройство детектирования УДПН-01, Устройство детектирования УДПН-02, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 500 до 75000 Гц; сборки термопреобразователей СБ220 /KTL-01(ХК), класс допуска 2, компенсация температуры холодного спая термоэлектрических преобразователей осуществляется в измерительных преобразователях типа ИП-40020-3-1	$\pm 12,3$ (УДПН-01, токовый режим) ⁵⁾; $\pm 24,6$ (УДПН-02) ⁵⁾	ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$ (При условии выполнения ручного тарирования и автоматической корректировки показаний мощности) ⁴⁾
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАН-02 => Дисплей блока БИЦ-04		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В39-01 => Регистратор РМТ 59		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В39-01 => Передача в ТХS-440 и АРМР-440		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В49-02 => СВРК		
				ПАН-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^1 датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений периода реактора в поддиапазонах ПД и РД1 (Т _{ПД} , РД1), [2.16-2.22]	от 999 до 5 с	Устройство детектирования УДПН-01 и устройство детектирования УДПН-02, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,5 до 75000 Гц	$\pm 24,6$ (УДПН-01, импульсный режим) ⁵⁾ ;	ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	При значениях мощности реактора N, % N _{пов} : $\pm 20,0$ – при N от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-2}$;	При значениях мощности реактора N, % N _{пов} : $\pm 20,0$ – при N от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ и условия выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
			$\pm 24,6$ (УДПН-02) ⁵⁾	ПАН-02 => Дисплей блока БИЦ-04	$\pm 10,0$ – при N свыше $1 \cdot 10^{-3}$ до 150	$\pm 10,0$ – при N свыше $1 \cdot 10^{-3}$ до 150 и условия выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В39-01 => Регистратор РМТ 59		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В49-02 => СВРК		
				ПАН-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^1 датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений периода реактора в поддиапазоне РД2 (Т _{РД2}), [2.23-2.29]	от 999 до 5 с	Устройство детектирования УДПН-01, Устройство детектирования УДПН-02, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 500 до 75000 Гц	$\pm 12,3$ (УДПН-01, токовый режим) ⁵⁾ ; $\pm 24,6$ (УДПН-02) ⁵⁾	ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	$\pm 10,0$	$\pm 10,0$ (при условии выполнения ручного тарирования показаний мощности) ⁴⁾
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАН-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАН-02 => Дисплей блока БИЦ-04		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В39-01 => Регистратор РМТ 59		
				ПАН-02 => ППМ-02-01=> В49-02 => СВРК		
				ПАН-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	$\delta^{1)}$ датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	$\delta^{1)}$ ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	$\delta^{1)}$ ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений периода изменения частоты во вне-акторной СКП ($T_{СКП}$), [2.30-2.33]	от 999 до 5 с	Устройство детектирования УДПН-03, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,5 до 50000 Гц	$\pm 24,6$ ⁵⁾	ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	$\pm 20,0$	$\pm 20,0$ (при условии выполнения ручного тарирования показаний частоты в СКП) ⁴⁾
				ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАФ-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ ¹⁾ датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ ¹⁾ ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ ¹⁾ ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений реактивности в поддиапазоне ПД ($R_{ПД}$), [2.34-2.37]	от минус 40 до плюс 1 $\beta_{эфф}$	Устройство детектирования УДПН-01, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,5 до 50000 Гц	$\pm 24,6$ ⁵⁾	ПАР-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	При значениях мощности реактора N, % $N_{пов}$: $\pm 20,0$ – при N от 10^{-7} до 10^{-5} ;	При значениях мощности реактора N, % $N_{пов}$: $\pm 20,0$ – при N от 10^{-7} до 10^{-5} и условии выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾ ;
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06	$\pm 5,0$ – при N св. 10^{-5} до 10^{-4} ;	$\pm 5,0$ – при N св. 10^{-5} до 10^{-4} и условии выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾ ;
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => ППМ-02=> В39-01 => Регистратор РМТ 59	$\pm 2,0$ – при N св. 10^{-4} до 10^{-2}	$\pm 2,0$ – при N св. 10^{-4} до 10^{-2} и условии выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^1) датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ^1) ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ^1) ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений реактивности в поддиапазоне РД ($R_{РД}$), [2.38-2.41]	от минус 40 до плюс 1 $B_{эфф}$	Устройство детектирования УДПН-02, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,5 до 75000 Гц	$\pm 24,6$ ⁵⁾	ПАР-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	$\pm 2,0$ (при значениях мощности реактора N от 10^{-3} до $1,5 \cdot 10^2$ % $N_{ПОВ}$ и условия выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾	$\pm 2,0$ (при значениях мощности реактора N от 10^{-3} до $1,5 \cdot 10^2$ % $N_{ПОВ}$ и условия выполнения ручного тарирования показаний мощности ⁴⁾
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАР-02 => ПВЦ-11 => ППМ-02=> В39-01 => Регистратор РМТ 59		

Продолжение таблицы 5

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	δ^1) датчика в рабочих условиях применения, %	Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	δ^1) ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, %	δ^1) ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, %
Каналы измерений частоты во вне реакторной СКП (F _{СКП}), [2.42-2.45]	от $5,0 \cdot 10^{-2}$ до $5,0 \cdot 10^4$ Гц	Устройство детектирования УДПН-03, на выходе меандр импульсов положительной полярности с частотой, пропорциональной плотности потока нейтронов, в диапазоне от 0,05 до 50000 Гц	$\pm 24,6$ ⁵⁾	ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП => Дисплей РС АРМ АОП	± 10	$\pm 10,0$ (при условии выполнения ручного тарирования показаний частоты в СКП) ⁴⁾
				ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Сервер АОП		
				ПАФ-02 => ПВЦ-11 => Дисплей блока БНО-06		
				ПАФ-02 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		

Примечания

1) δ - пределы допускаемой относительной погрешности.

2) Все погрешности рассчитаны в соответствии с документом МУ 1.2.1.16.0047-2011 «Методика расчета метрологических характеристик измерительных каналов систем атомных станций. Методические указания» и соответствуют вероятности P=0,95.

3) В квадратных скобках [] указаны условные порядковые номера ИК согласно документу 59085090.425210.046.ВБ «Атомные станции. Управляющие системы безопасности энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-440 (УСБ-АЭС-440). Система измерительная в составе УСБ-АЭС-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Перечень измерительных каналов».

4) Ручная тарировка показаний в поддиапазонах ПД, РД1 и РД2 и частоты в СКП является инструментом компенсации погрешности датчиков (устройств детектирования нейтронного потока УДПН-01, УДПН-02, УДПН-03), которая обусловлена погрешностью эталонных источников нейтронов, используемых для их поверки. Тарировка показаний проводится на основании значений мощности реактора, получаемых другими системами (в частности, СВРК). Эти значения принимаются за номинальные, и на основании отклонений от них показаний ИК АКНП-440 проводится оценка величины погрешности ИК группы АКНП-440.

5) Погрешность УДПН означает, что поток нейтронов измерен и составляет, например, 100 +/- 25 нейтронов. После чего УДПН преобразует сигнал с пределами допускаемой относительной погрешности менее 1%. Таким образом, погрешность отдельно УДПН, в основном, обусловлена погрешностью эталонного источника нейтронов.

Таблица 6 - Состав и основные метрологические характеристики ИК группы АРМР-440

Наименование группы ИК, условные порядковые номера ИК ³⁾	Диапазон измерения параметра	Тип датчика	Погрешности датчика		Состав вторичной электрической части ИК (последовательность подключения и типы модулей)	γ^1 ВИК для климатического исполнения УХЛ4.1, % от диапазона измерений	γ^1 ИК для климатического исполнения ВИК УХЛ4.1, % от диапазона измерений
			$\gamma_{\text{осн}}^1$, % от диапазона измерений	$\gamma_{\text{доп}}^1$, % от диапазона измерений на 10 °С			
Каналы измерения нейтронной мощности реактора в диапазоне РД2 (N _{РД2}), [3.01-3.03]	от 1 до 120 % от N _{ПОВ}	Источник входного унифицированного измерительного сигнала от 4 до 20 мА аппаратура АКНП-02, ИК которой входят в состав ИС УСБ-АЭС-440	±1	-	МСКУ 3.33/591 => Индикатор ПУС-1	±0,06	±1,16
					МСКУ 3.33/591 => Дисплей УРО-5		
					МСКУ 3.33/591 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		
Каналы измерения давления пара в первом и втором ГПК (Р _{ГПК}), [3.04-3.06]	от 0 до 60 кгс/см ²	Датчик избыточного давления Метран-22-ДИ-АС-1 или ТЖИУ406-ДИ-М100-АС с кодами 015 (А) и 025 (Б), на выходе от 4 до 20 мА	±0,15 (А)	±0,15 (А)	МСКУ 3.33/591 => Индикатор ПУС-1		±0,47
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,78
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	МСКУ 3.33/591 => Дисплей УРО-5		±0,47
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,78
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	МСКУ 3.33/591 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		±0,47
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,78
Каналы измерения давления теплоносителя в первом контуре (Р _{ИК}), [3.07-3.08]	от 0 до 160 кгс/см ²		±0,15 (А)	±0,15 (А)	МСКУ 3.33/591 => Дисплей УРО-5		±0,47
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,78
			±0,15 (А)	±0,15 (А)	МСКУ 3.33/591 => Формирование сигналов управления и технологической сигнализации		±0,47
			±0,25 (Б)	±0,25 (Б)			±0,78

Примечания к таблице 6

- 1) γ - пределы допускаемой приведенной погрешности ($\gamma_{\text{осн}}$ - основная, $\gamma_{\text{доп}}$ - дополнительная);
- 2) погрешности рассчитаны в соответствии с документом МУ 1.2.1.16.0047-2011 «Методика расчета метрологических характеристик измерительных каналов систем атомных станций. Методические указания» и соответствуют вероятности $P=0,95$;
- 3) В квадратных скобках [] указаны условные порядковые номера ИК согласно документу 59085090.425210.046.ВБ «Атомные станции. Управляющие системы безопасности энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-440 (УСБ-АЭС-440). Система измерительная в составе УСБ-АЭС-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Перечень измерительных каналов».

Рабочие условия применения ИС УСБ-АЭС-440:

рабочая температура в помещениях размещения датчиков подсистем ИС-УСБ-АЭС-TXS-440 и ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440

от 0 до 50 °С;

рабочая температура в помещениях размещения компонентов датчиков УДПН подсистемы ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440:

- БДПН от 1 до 60 °С;

- БПХ от 1 до 50 °С;

условия применения ВИК подсистем ИС-УСБ-АЭС-TXS-440, ИС-УСБ-АЭС-АРМР-440 и ИС-УСБ-АЭС-АКНП-440 с климатическим исполнением УХЛ4.1 по ГОСТ 15150-69:

- температура окружающего воздуха от 10 до 25 °С;

- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С;

- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации ИС УСБ-АЭС-440.

Комплектность средства измерений

ИС УСБ-АЭС-440, устанавливаемая на энергоблоке АЭС, включает в себя:

- датчики;
- технические, программные, и программно-технические средства (далее - ПТС), обеспечивающие выполнение функций измерительной системы;
- запасные части, инструменты, принадлежности и средства измерений, используемые при эксплуатации датчиков и ПТС;
- эксплуатационная документация согласно документу 59085090.425210.046.ВЭ «Атомные станции. Управляющие системы безопасности энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-440 (УСБ-АЭС-440). Система измерительная в составе УСБ-АЭС-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Ведомость эксплуатационных документов»;
- методика поверки «Системы измерительные в составе управляющих систем безопасности энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Методика поверки».

Поверка

выполняется в соответствии с документом МП 58563-14 «Системы измерительные в составе управляющих систем безопасности энергоблоков атомных электрических станций с реакторами типа ВВЭР-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Методика поверки», разработанным и утвержденным ФГУП «ВНИИМС» в июне 2014 г.

Перечень оборудования для поверки:

1) Калибратор-мультиметр МЕТРАНІТ Cal для испытаний ИК ТХС-440: воспроизведение сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 300 мВ, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{воспр}} + 0,02 \text{ мВ})$.

2) Магазин электрического сопротивления для испытаний ИК ТХС-440: кл. т.0,02.

3) Калибратор-измеритель ИКСУ-260 для испытаний ИК ТХС-440 и ИК АРМР-440, ИКСУ-2000 для испытаний ИК АКНП-440: воспроизведение и измерение сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(10^{-4} \cdot I_{\text{воспр/изм}} + 1 \text{ мкА})$; воспроизведение сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 10 до плюс 100 мВ, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot |U_{\text{воспр}}| + 3 \text{ мкВ})$; воспроизведение сигналов сопротивления в диапазоне от 0 до 180 Ом, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,015 \text{ Ом}$; измерение сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 120 В, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 20 \text{ мВ}$ (только для ИКСУ-2000).

4) Управляющий контроллер КВВС из состава комплексов программно-технических «Автотест-М» для испытаний ИК АКНП-440: воспроизведение частоты в диапазоне от 1 до $1 \cdot 10^6$ Гц, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведения скорости и периода 0,2 %, скорость линейного изменения сигналов частоты $\pm 1 \cdot 10^5$ Гц/с, период экспоненциального изменения сигналов тока и частоты от 1 до 200 с, введенная реактивность от минус 25 до плюс 1 β.

5) Стойка сервисного оборудования ССО-5/1 для испытаний ИК АРМР-440.

6) Мультиметр НР 34401 А для испытаний ИК АРМР-440: измерение сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 100 мА, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм}} + 5 \text{ мкА})$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений приведены в руководствах по эксплуатации на ИС УСБ-АЭС-440 и ее составные части, входящих в комплект эксплуатационных документов согласно ведомости 59085090.425210.046.ВЭ «Атомные станции. Управляющие системы безопасности энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-440 (УСБ-АЭС-440). Система измерительная в составе УСБ-АЭС-440 (ИС УСБ-АЭС-440). Ведомость эксплуатационных документов»

Нормативные документы, устанавливающие требования к системам измерительным в составе управляющих систем безопасности энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 (ИС УСБ-АЭС-440)

ГОСТ Р 8.565-96 «Метрологическое обеспечение эксплуатации атомных станций. Основные положения»;

ГОСТ Р 8.596-2002 «Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- осуществление деятельности в области использования атомной энергии.

Изготовитель

Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (ОАО «ВНИИАЭС»)

Адрес: Россия, г. Москва, ул. Ферганская, 25

Тел.: +7 (499) 796-91-33

E-mail: vniiaes@vniiaes.ru

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, 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

Ф.В. Булыгин

М.п. «_____» _____ 2014 г.