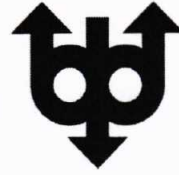


МОСКОВСКИЙ ЗАВОД  
ФИЗПРИБОР



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



И. В. Иванникова

04 2019 г.

**КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИКО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ  
ПОВЫШЕННОЙ НАДЁЖНОСТИ**

**Методика поверки  
ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1  
с изменением № 1**

Инв.№подл. 13/108	Подп. и дата  15.08.2013	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
----------------------	---	------------	-------------	--------------

## СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение .....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки .....	4
3 Требования к квалификации поверителей.....	5
4 Требования безопасности.....	5
5 Условия поверки .....	6
6 Подготовка к поверке .....	6
7 Проведение поверки .....	7
7.1 Проверка основной погрешности ИК комплексов .....	7
7.2 Проверка защиты программного обеспечения от несанкционированной настройки и вмешательства.....	9
8 Оформление результатов поверки .....	10
Приложение А (справочное) Состав измерительных каналов комплексов и виды обработки сигналов.....	11
Перечень сокращений.....	15
Список использованной литературы .....	16

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.	13/108	Подп. и дата	15.08.2013				
1	Все	6445	20.03.19	Подп.	Дата		
Изм	Лист	№ докум.					
Разраб.	Андропов	20.03.19					
Пров.	Хочанский	20.03.19					
Метролог	Субботина	21.03.19					
Н.контр.	Парахина	22.03.19					
Утв.							

### ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1

**Комплексы технико-программных средств повышенной надежности**

Методика поверки

Лит.	Лист	Листов
О <sub>1</sub>	2	17

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика определяет объем и методику первичной и периодической поверки\*) комплексов технико-программных средств повышенной надёжности (далее – комплексов) производства ООО «Московский завод «ФИЗПРИБОР».

\*) далее в тексте применяется термин «поверка», под которым подразумевается, как поверка, так и калибровка.

Поверке подлежат измерительные каналы комплексов на базе измерительных блоков, перечисленных в таблице 7.1.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов комплексов, а также отдельных величин и диапазонов (рабочих поддиапазонов) измерений/воспроизведений, в соответствии с заявлением владельца комплекса с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объёме проведённой поверки.

Поскольку метрологические характеристики измерительных каналов комплекса определяются входящими в его состав измерительными функциональными блоками, последние проверяются отдельно от других компонентов комплекса.

Интервал между поверками – 2 года.

Настоящая методика поверки ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1 с изменением № 1 распространяется на комплексы технико-программных средств повышенной надёжности находящиеся в эксплуатации.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки измерительных каналов (ИК) комплексов выполняют операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Пункт методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
1 Проверка основной погрешности ИК комплексов	7.1	+	+
2 Проверка защиты программного обеспечения от несанкционированной настройки и вмешательства	7.2	+	+*)

Инв.Неподл. 13/108	Подп. и дата  15.08.2013	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
-----------------------	---	------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Пункт методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
3 Оформление результатов поверки	8	+	+

Примечание

\*) при замене ПО промышленной ЭВМ Концентратора после проведения предыдущей поверки

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяются средства измерений и испытательное оборудование, приведенные в таблицах 2.1, 2.2.

Таблица 2.1 – Перечень средств измерений, применяемых для контроля условий поверки

Наименование	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Количество, шт.
Термометр	(15...35) °С	± 1 °С	1
Гигрометр	(45...80) %	± 3 %	1
Барометр	(84,0...106,7) кПа	± 1 кПа	1

Таблица 2.2 – Перечень испытательного оборудования, применяемого при поверке

Наименование	Обозначение	Количество, шт.	Для калибровки / поверки ИК с блоками
Стенд СПАБ*)	ПЮИЖ 3.051.001	1	НПТ1, АПВ1, АПВ2, АПВ3, АПВ4, НПТ2, БСА1
Стенд СПАБ-С	ПЮИЖ 3.051.012	1	НПТ1-С, НПТ2-С, БСА-С, НПТ11-С

Примечание  
\*) пригодны к применению все исполнения и модернизированные версии стенда СПАБ

### Таблица 2.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

В состав стендов, указанных в таблице 2.2, включены эталоны:

1) калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260, пределы допускаемой основной погрешности:

– в режиме измерения/воспроизведения или постоянного тока в диапазоне от 0 до 25 мА –  $\pm(10^{-4} \cdot I + 1 \text{ мкА})$ , где I – измеренное/воспроизводимое значение силы тока;

Инв. №подл.	13/108	Подп. и дата	
Взам. инв. №		Подп. и дата	15.08.2013
Инв. № дубл.		Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Лист  
4

– в режиме измерения/воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 10 до плюс 100 мВ –  $\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot |U| + 3 \text{ мкВ})$ , где  $U$  – воспроизводимое значение напряжения;

– в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазоне от 0 до 180 Ом –  $\pm 0,015$  Ом, в диапазоне от 180 до 320 Ом –  $\pm 0,025$  Ом;

2) вольтметр универсальный цифровой, пределы допускаемой основной погрешности:

– в режиме измерения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 5 В –  $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,4 \text{ мВ})$ ; в диапазоне от 0 до 50 В –  $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 4 \text{ мВ})$ , где  $U$  – измеренное значение напряжения;

– в режиме измерения постоянного тока в диапазоне (0...5) мА  $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,3 \text{ мкА})$ , в диапазоне (0...50) мА  $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3 \text{ мкА})$ ,  $I$  – измеренное значение силы тока.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

Примечания

1 Допускается использование других средств измерений, аналогичных по своим техническим и метрологическим характеристикам.

2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующее свидетельство о поверке, а испытательное оборудование (стенды) – Аттестат (и протокол периодической аттестации при истечении срока первичной аттестации).

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя электрических измерительных приборов и освоившие работу с блоками, составляющими часть измерительного канала (измерительных блоков), используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и имеющие достаточную квалификацию для выбора соответствующих эталонов и средств поверки.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки блоков, составляющих часть измерительного канала, должны выполняться требования по безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации

Инв. № подл.	13/108	Подп. и дата	15.08.2013	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
--------------	--------	--------------	------------	--------------	--	--------------	--	--------------	--

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

блоков, в соответствующей документации на средства поверки, используемые средства вычислительной техники и вспомогательное оборудование.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже второй.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверка проводится в нормальных климатических условиях по ГОСТ 8.395-80 [1]:

- температура – плюс  $25 \pm 10$  °С;
- относительная влажность воздуха – 45...80 %;
- атмосферное давление 84,0...106,7 кПа (630...800 мм рт. ст.).

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом работ по проведению поверки проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования.

6.2 Потребитель, предъявляющий блоки, составляющие часть измерительного канала, на поверку предъявляет (по требованию организации, проводящей поверку) следующие документы:

- «Комплексы технико-программных средств повышенной надежности» Методика поверки ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1;
- «Стенд проверки аналоговых блоков СПАБ-С». Руководство по эксплуатации ПЮИЖ 3.051.012 РЭ;
- «Стенд проверки аналоговых блоков СПАБ». Руководство по эксплуатации ПЮИЖ 3.051.001 РЭ;
- «Программа функционального контроля» Руководство оператора ПЮИЖ 1.000.017-04 34;
- эксплуатационную документацию на блоки;
- протоколы предшествующей поверки измерительных каналов (при наличии);
- эксплуатационную документацию и документы, удостоверяющие поверку эталонов и аттестацию стендов.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

Инов. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
13/108	15.08.2013			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Лист  
6

6.3 Перед началом поверки поверитель изучает документы, указанные в 6.2 и правила техники безопасности.

6.4 Подготавливают блоки и приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.4.1 Стенд проверки аналоговых блоков (СПАБ, СПАБ-С) подготавливают к работе в соответствии с его Руководством по эксплуатации [2] или [3].

6.4.2 Измеряют температуру и относительную влажность воздуха в помещении, где будет проводиться поверка блоков.

6.5 Средства поверки выдерживают в нормальных условиях в течение времени, установленных в НТД на средства поверки.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Проверка основной погрешности ИК комплексов

7.1.1 Определение основных погрешностей измерительных каналов Комплекса проводят в соответствии с Описанием объекта поверки Комплекса (**Приложение А**).

7.1.2 Поверке подлежат ИК комплексов с аналоговыми блоками, перечисленными в таблице 7.1.

Таблица 7.1

ИК на базе измерительного блока	Диапазоны сигналов		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений
	на входе ИК	на выходе ИК	
БСА1	0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА; 0-10 В; 2-10 В	12 бит	±0,2
БСА-С		15 бит	±0,1
АПВ1, АПВ2, АПВ3, АПВ4	0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА	15 бит	±0,1
		0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА; 0-10 В; 2-10 В	±0,2

Ив. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
13/108	 15.08.2013			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Продолжение таблицы 7.1

НПТ1	Сигналы от ТС с НСХ: <sup>1)</sup> в диапазонах 50П ( $W_{100}=1.3910$ ) (-200 – 600) °С 100П ( $W_{100}=1.3910$ ) (-200 – 600) °С	15 бит	±0,1
	50П ( $W_{100}=1.3850$ ) (-200 – 600) °С 100П ( $W_{100}=1.3850$ ) (-200 – 600) °С 50М ( $W_{100}=1.4280$ ) (-200 – 200) °С 100М ( $W_{100}=1.4280$ ) (-200 – 200) °С	0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА; 0-10 В; 2-10 В	±0,2
НПТ1-С	0 - 310 Ом	15 бит	±0,1
НПТ2	ТЭДС от ТП с НСХ: <sup>2)</sup> ТХА (К) (-270 – 1370) °С ТХК (L) (-200 – 800) °С	15 бит	±0,1 <sup>3)</sup>
		0-5 мА; 0-20 мА 4-20 мА; 0-10 В; 2-10 В	±0,2 <sup>3)</sup>
	Сигнал компенсации температуры холодного спая ТП: 4-20 мА	15 бит	±0,1
НПТ2-С	от -10 до 70 мВ	15 бит	±0,1
НПТ11-С	1 – 300 Ом	15 бит	±0,1

Примечания

- 1) возможно подключение ТС сопротивлением от 0 до 310 Ом с другими НСХ;
- 2) возможно подключение ТП с термо-ЭДС от минус 10 до плюс 70 мВ с другими НСХ;
- 3) без учета погрешности канала компенсации температуры холодных спаев термопар;
- 4) в таблице указаны максимальные диапазоны измерений для блоков НПТ1, НПТ2, внутри которых выбираются конкретные рабочие поддиапазоны измерений, минимальный поддиапазон измерений 100 °С.

Таблица 7.1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
13/108				
Ив.Неподл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
	15.08.2013			

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Лист

8



7.1.3 Извлечь блок из шкафа, установить его в контактный узел стенда и поверять в соответствии с Руководством по эксплуатации стенда и Руководством оператора Программы функционального контроля, ПЮИЖ 1.000.017-04 34. При этом Программное Обеспечение (ПО) стенда автоматически определяет диапазон измерений блока и проводит определение погрешностей по формуле (А.1) в шести точках диапазонов измерений, указанных в таблице 7.1.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

7.1.4 Блок, успешно прошедший поверку, установить на своё место в шкаф и закрепить невыпадающими винтами. Блок, не прошедший поверку и идентифицированный стендом как неисправный, отремонтировать или заменить исправным. Блок, подвергнутый ремонту, поверять вновь в полном объёме.

7.1.5 Аналогично поверить аналоговые блоки из состава ЗИП.

7.1.6 По окончании поверки стенд формирует «Протокол калибровки № ...», в разделе «**Заключение**», которого указано:

– **Блок годен к эксплуатации** – при соответствии измеренной погрешности, требуемой для всех проведенных измерений.

– **Блок неисправен** – при несоответствии измеренной погрешности, требуемой хотя бы в одном из измерений и при обнаружении аппаратной неисправности блока.

**7.2 Проверка защиты программного обеспечения от несанкционированной настройки и вмешательства**

7.2.1 Данная проверка производится автоматически при тестировании блоков стендами СПАБ и СПАБ-С.

7.2.2 Если наименование блока и идентификационный номер программного обеспечения не соответствуют приведенному в таблице 7.2, стенд автоматически бракует блок.

7.2.3 Если завод-изготовитель меняет ПО блока, он обязан поставить потребителю новую версию Теста стенда СПАБ (СПАБ-С).

Таблица 7.2

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии
ПО БСА1	ПЮИЖ 0.000.078	Не ниже 1.0
ПО БСА-С	ПЮИЖ 0.000.152	Не ниже 1.1
ПО АПВ1	ПЮИЖ 0.000.102	Не ниже 1.5
ПО АПВ2	ПЮИЖ 0.000.103	Не ниже 1.5
ПО АПВ3	ПЮИЖ 0.000.104	Не ниже 1.5

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. Неподл.	13/108			
Подп. и дата	15.08.2013			
Взам. инв. №				
Инв. № дубл.				
Подп. и дата				

Продолжение таблицы 7.2

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии
ПО АПВ4	ПЮИЖ 0.000.105	Не ниже 1.5
ПО НПТ1-С	ПЮИЖ 0.000.141	Не ниже 1.1
ПО НПТ2	ПЮИЖ 0.000.101	Не ниже 2.10
ПО НПТ2-С	ПЮИЖ 0.000.140	Не ниже 1.2
ПО НПТ11-С	ПЮИЖ 0.000.179	Не ниже 1.3
ПО Промышленной ЭВМ	ПЮИЖ 0.000.129 ПЮИЖ 0.000.147	Не ниже 0.5.10

Таблица 7.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляются согласно Приказу № 1815 от 22.07.2015 Минпромторга России.

8.2 При положительных результатах поверки в соответствующем разделе паспорта поверяемого блока делается запись о поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки и выдается свидетельство о поверке комплекса.

8.3 При отрицательных результатах поверки свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности и делается соответствующая запись в паспорте.

### Раздел 8 (Измененная редакция, Изм. № 1)

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
13/108	 15.08.2013			

*Проверил: зам. нач. отд. доп. орг. ВНИИМС  
Ю. А. Матюхина*

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Лист

10

Изм Лист № докум. Подп. Дата

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Состав измерительных каналов комплексов и виды обработки сигналов

#### А.1 Описание объекта поверки (состав ИК комплекса)

Измерительный канал Комплексов представляет собой тракт передачи аналогового сигнала:

- от аналогового входа аналого-цифрового преобразователя функционального блока до цифрового выхода Концентратора (выход промышленной ЭВМ);
- от аналогового входа аналого-цифрового преобразователя функционального блока до цифрового выхода функционального блока;
- от аналогового входа аналого-цифрового преобразователя функционального блока до аналогового выхода функционального блока.

Состав измерительного канала, тип обработки сигнала и вид выходного сигнала отдельных элементов канала в случае использования блоков НПТ1, АПВ1, АПВ2, АПВ3, АПВ4, НПТ2, БСА1 показаны в таблице А.1.

Таблица А.1

Элемент	Тип обработки	Тип выхода
Функциональный блок	Аналого-цифровое преобразование, гальваническая развязка, фильтрация (демпфер, фильтр нижних частот, режекторный фильтр 50/60 Гц), компенсация погрешности АЦП, линеаризация, приведение шкал	1. Аналоговый: сигнал постоянного тока или напряжения с буферизованного выхода ЦАП. 2. Цифровой (к промышленной ЭВМ): код сигнала постоянного тока или постоянного напряжения, 12 или 15 значащих разрядов
Периферийный контроллер	Без обработки (сбор и передача информации)*	Цифровой (к промышленной ЭВМ): код сигнала постоянного тока или постоянного напряжения от функциональных блоков, 12 или 15 значащих разрядов
Промышленная ЭВМ	Преобразование в физические величины, приведение шкал	Цифровой: 32-разрядное число с плавающей запятой
<p>Примечание</p> <p>*) Периферийный контроллер предназначен для сбора цифровой информации от блоков НПТ1, АПВ1, АПВ2, АПВ3, АПВ4, НПТ2, БСА1 и не вносит дополнительной погрешности, т.к. передает информацию в Концентратор в кодах, полученных от блоков</p>		

Инв.№подл.	13/108
Подп. и дата	15.08.2013
Взаим.инв.№	
Инв.№ дубл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

Лист

11

Состав измерительного канала, тип обработки сигнала и вид выходного сигнала отдельных элементов канала в случае использования блоков НПТ1-С, НПТ2-С, БСА1-С, НПТ11-С показаны в таблице А.2. **(Измененная редакция, Изм. № 1)**

Таблица А.2

Элемент	Тип обработки	Тип выхода
Функциональный блок	Аналого-цифровое преобразование, гальваническая развязка, фильтрация (фильтр нижних частот, режекторный фильтр 50/60 Гц), компенсация погрешности АЦП	Цифровой (к промышленной ЭВМ): код калиброванного АЦП, 12 или 15 значащих разрядов
Промышленная ЭВМ	Преобразование в физические величины, линеаризация, приведение шкал	Цифровой: 32-разрядное число с плавающей запятой

Программное обеспечение функциональных блоков и периферийных контроллеров не может быть модифицировано в составе комплекса. Модификация программного обеспечения может быть выполнена только авторизованным пользователем с помощью стенда СПАБ (СПАБ-С) и специального программного обеспечения. После модификации ПО блока производится его поверка на стенде СПАБ или СПАБ-С.

## А.2 Виды обработки сигнала и анализ вносимых погрешностей

### А.2.1 Обработка в функциональном блоке

Границы рабочих диапазонов входных и выходных сигналов для функциональных блоков приведены в таблице 7.1.

При обработке в блоке диапазон входных сигналов  $A_{\min} \dots A_{\max}$  однозначно преобразуется в диапазон выходных сигналов  $X_{\min} \dots X_{\max}$ .

При проведении поверки функциональный блок подключается к стенду СПАБ (СПАБ-С), связанному с персональным компьютером под управлением программы функционального контроля. На каждый из аналоговых входов блока подаётся сигнал с калибратора. На каждом из аналоговых выходов амперметром (вольтметром) контролируется выходной сигнал, при этом стенд выполняет функции коммутатора, подключая калибратор и амперметр (вольтметр) к соответствующим входам и выходам блока. На каждом из цифровых выходов стенд считывает код выходного сигнала.

Стандартная процедура определения приведённой погрешности обработки сигнала в функциональном блоке для каждой проверяемой точки преобразуемого диапазона.

На аналоговый вход блока с калибратора выдаётся контрольное значение сигнала  $A_d$  ( $A_{\min} \leq A_d \leq A_{\max}$ ). Ему соответствует точное значение сигнала на выходе блока  $X_d$  ( $X_{\min} \leq X_d \leq X_{\max}$ ). С выхода блока считывается выборка из  $N$  отсчётов  $X_i$  ( $i = 1 \dots N$ ), соответствующих одному значению  $X_d$ . Приведённая погрешность вычисляется по формуле:

Инв.Неподл.	Подп. и дата	Взаим.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
13/108	 15.08.2013			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

$$\delta = \frac{X_k - X_d}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100 (\%), (A.1)$$

где

- 1) число отсчётов  $N = 10$ ;
- 2) значение  $X_k$  ( $1 \leq k \leq N$ ) – отсчёт выборки  $X_i$  ( $i = 1 \dots N$ ), для которого величина отклонения от точного значения  $X_d$   $|X_k - X_d|$  максимальна.

Примечание – В блоках, измеряющих температуру, сигнал на аналоговых выходах представляет собой постоянное напряжение или постоянный ток. Значения  $X_d$ ,  $X_i$  выходного сигнала (напряжения или тока) связаны с соответствующими значениями температуры соотношениями:

$$X_d = (T_d - T_{\min}) \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}, (A.2)$$

$$X_i = (T_i - T_{\min}) \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}, (A.3)$$

где  $X_d$  – точное значение,  $X_i$  – значение отсчёта выборки выходного сигнала напряжения или тока, выраженные в вольтах или миллиамперах,

$T_d$  ( $T_i$ ) – значение температуры, выраженное в градусах Цельсия, соответствующее значению выходного сигнала  $X_d$  ( $X_i$ ),

$X_{\min}$ ,  $X_{\max}$  – соответственно нижняя и верхняя границы диапазона выходного сигнала, выраженные в вольтах или миллиамперах,

$T_{\min}$ ,  $T_{\max}$  – соответственно нижняя и верхняя границы диапазона измеряемой температуры, выраженные в градусах Цельсия.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

**A.2.2 Обработка в промышленной ЭВМ**

В промышленной ЭВМ Концентратора полученное из функционального блока целочисленное значение преобразуется в 64-разрядное число с плавающей запятой стандарта IEEE 754. Вычисления по алгоритмам проводятся с 64-разрядными числами. Результат преобразуется в 32-разрядное число с плавающей запятой стандарта IEEE 754 и поступает на выход.

В соответствии с оценкой [5] верхняя граница относительной погрешности округления  $\varepsilon$  при преобразовании целого числа в число с плавающей запятой составляет

$$\varepsilon < 2^{-t}, (A.4)$$

где  $t$  – разрядность мантииссы.

Инв.Неподл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
13/108	15.08.2013			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

При проведении вычислений верхняя граница относительной погрешности округления накапливается следующим образом:

для операций умножения

$$\varepsilon_{\Pi n} < n \cdot 2^{-t}, \quad (A.5)$$

для операций сложения

$$\varepsilon_{\Sigma n} < n(n+1) \cdot 2^{-t}, \quad (A.6)$$

где  $n$  – количество операций.

Выражения (A.5) и (A.6) позволяют дать верхние оценки погрешностей расчётов для алгоритмов любого типа без детального анализа самих алгоритмов.

Алгоритмы вычислений, применяемые в Комплексах, могут содержать не более ста операций сложения и не более ста операций умножения. Вычисления проводятся над 64-разрядными числами с 52-разрядной мантисой. Таким образом, оценки относительной погрешности вычислений составляют:


$$\varepsilon_{\Pi n} < 2,22 \cdot 10^{-14}, \quad \varepsilon_{\Sigma n} < 2,24 \cdot 10^{-12}. \quad (A.7)$$

Верхняя граница относительной погрешности округления при преобразовании результата вычислений в 32-разрядное число с 23-разрядной мантисой:

$$\varepsilon_R < 1,19 \cdot 10^{-7}. \quad (A.8)$$

Таким образом, погрешность вычисления в промышленной ЭВМ определяется погрешностью округления результата и несоизмерима с заданной приведённой погрешностью измерительного канала Комплекса  $10^{-3}$  (0,1 %).

**А.2.3 Вывод:** для определения погрешности измерительного канала Комплекса достаточно определить погрешность преобразования от входа до выхода функционального блока.

Инв. №подл. 13/108	Подп. и дата  15.08.2013	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p style="text-align: center;"><b>ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1</b></p>

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АЦП	- аналого-цифровой преобразователь
ЗИП	- запасные части, инструменты и приборы
ПО	- программное обеспечение
ЦАП	- цифро-аналоговый преобразователь
ЭВМ	- электронная вычислительная машина
ИК	- измерительный канал
СПАБ	- стенд проверки аналоговых блоков
НСХ	- номинальная статическая характеристика
БСА1	- блок сбора аналоговых сигналов с диагностикой и резервированием
БСА-С	- блок сбора аналоговых сигналов
НПТ1-С, НПТ2-С	- блок нормирующего преобразователя температуры
НПТ11-С	- блок нормирующего преобразователя температуры
НПТ1, НПТ2	- блок нормирующего преобразователя температуры
НТД	- нормативно-техническая документация
АПВ1, АПВ2	- блок аналоговых преобразований и вычислений
АПВ3, АПВ4	- блок аналоговых преобразований и вычислений

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

Инв.Неподл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
13/108	 15.08.2013			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.
2. «Стенд проверки аналоговых блоков СПАБ-С». Руководство по эксплуатации ПЮИЖ 3.051.012 РЭ.
3. «Стенд проверки аналоговых блоков СПАБ». Руководство по эксплуатации ПЮИЖ 3.051.001 РЭ.
4. «Программа функционального контроля» Руководство оператора ПЮИЖ 1.000.017 03 34.
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: учеб. пособие для вузов. М.: «Наука», 1989.
6. Комплекс связи с объектом КСО КТПС-ПН. Методика верификации ПО в части обработки сигналов от функциональных блоков БСА-С, НПТ1-С, НПТ2-С, НПТ11-С, ПЮИЖ 2.009.029 ПМЗ.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

Инв. №подл.	13/108	Подп. и дата	15.08.2013	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ПЮИЖ 2.009.031 ПМ1</b>				
					Лист				
					16				



