

**УТВЕРЖДАЮ**

**Технический директор  
ООО «ИЦРМ»**



**М.С. Казаков**

**2020 г.**

**М.П.**

**Модули UR20  
ИЦРМ-МП-063-20  
Методика поверки**

г. Москва  
2020 г.

## Содержание

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	6
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	7
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	7
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	7
6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	8
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	8
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	8
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	14
Приложение А (Обязательное) Номинальные статические характеристики преобразования сигналов от термопар .....	15

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок модулей UR20 (далее – модули).

1.2 Модули подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 3 года.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять модули до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.4 При наличии соответствующего заявления от владельца модулей допускается проведение поверки меньшего числа величин и/или на меньшем числе поддиапазонов преобразований, с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.5 Основные метрологические характеристики модулей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики модулей

Наименование характеристики	Значение
Для модификаций UR20-4AI-UI-16; UR20-4AI-UI-16-DIAG; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG; UR20-4AI-UI-16-HD; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG-HD	
Диапазоны преобразований силы постоянного тока, мА	от 0 до 20; от 4 до 20
Диапазоны преобразований напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5; от 0 до 10; от 1 до 5; от 2 до 10; от -10 до 10
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	16
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований силы постоянного тока и напряжения постоянного тока, %	±0,1
Для модификации UR20-4AI-UI-12	
Диапазоны преобразований силы постоянного тока, мА	от 0 до 20; от 4 до 20
Диапазоны преобразований напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5; от 0 до 10; от 1 до 5; от 2 до 10; от -10 до 10
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	12
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований силы постоянного тока и напряжения постоянного тока, %	±0,1
Для модификаций UR20-8AI-I-16; UR20-8AI-I-16-DIAG-HD; UR20-8AI-I-PLC-INT	
Диапазоны преобразований силы постоянного тока, мА	от 0 до 20; от 4 до 20
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	16
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований силы постоянного тока, %	±0,1

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Для модификаций UR20-4AI-RTD-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG-2W	
Диапазоны преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 в температурном эквиваленте, °С:	
– Pt100	от -200 до +850
– Pt200	от -200 до +850
– Pt500	от -200 до +850
– Pt1000	от -200 до +850
– Ni100	от -60 до +180
– Ni120	от -60 до +180
– Ni200	от -60 до +180
– Ni500	от -60 до +180
– Ni1000	от -60 до +180
– Cu10	от -180 до 200
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	16
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 в температурном эквиваленте, %:	
– Pt100	±0,2
– Pt200	±0,2
– Pt500	±0,2
– Pt1000	±0,2
– Ni100	±0,3
– Ni120	±0,3
– Ni200	±0,3
– Ni500	±0,3
– Ni1000	±0,3
– Cu10	±0,6
Диапазоны преобразований электрического сопротивления постоянному току, Ом	от 0 до 40 от 0 до 80 от 0 до 150 от 0 до 500 от 0 до 10 <sup>3</sup> от 0 до 2·10 <sup>3</sup> от 0 до 4·10 <sup>3</sup>
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления постоянному току, %	±0,2
Для модификации UR20-4AI-R-HS-16-DIAG	
Диапазон преобразований электрического сопротивления постоянному току, кОм	от 0,3 до 50
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	16
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления постоянному току, %	±0,25

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Для модификации UR20-4AI-TC-DIAG	
<p>Диапазоны преобразований сигналов напряжений постоянного тока от термопар по ГОСТ Р 8.585-2001 (в температурном эквиваленте):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- К</li> <li>- J</li> <li>- T</li> <li>- B</li> <li>- L</li> <li>- E</li> <li>- S</li> <li>- R</li> <li>- N</li> </ul>	<p>от -6,458 до 54,819 мВ (от -270 до +1370 °С)</p> <p>от -8,095 до 69,553 мВ (от -210 до +1200 °С)</p> <p>от -6,258 до 20,872 мВ (от -270 до +400 °С)</p> <p>от 0,000 до 13,820 мВ (от 0 до +1820 °С)</p> <p>от -9,488 до 66,466 мВ (от -200 до +800 °С)</p> <p>от -9,835 до 76,373 мВ (от -270 до +1000 °С)</p> <p>от -0,236 до 18,609 мВ (от -50 до +1760 °С)</p> <p>от -0,226 до 21,003 мВ (от -50 до +1760 °С)</p> <p>от -4,345 до 47,513 мВ (от -270 до 1300 °С)</p>
<p>Диапазоны преобразований сигналов напряжений постоянного тока от термопар (в температурном эквиваленте):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- U</li> <li>- C</li> </ul>	<p>от -5,70 до 27,41 мВ (от -200 до 500 °С)</p> <p>от 0,00 до 37,015 мВ (от 0 до 2310 °С)</p>
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	16
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований сигналов напряжений постоянного тока от термопар (с учетом внутренней компенсации холодного спая), мВ <sup>1)</sup>	$\pm(0,001 \cdot D + 10^{-3})$
Диапазоны преобразований напряжения постоянного тока	<p>±15,625 мВ</p> <p>±31,25 мВ</p> <p>±62,5 мВ</p> <p>±125 мВ</p> <p>±250 мВ</p> <p>±500 мВ</p> <p>±1 В</p> <p>±2 В</p>
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований напряжения постоянного тока, мВ <sup>1)</sup>	$\pm(0,001 \cdot D + 10^{-3})$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Для модификации UR20-2AI-SG-24-DIAG	
Диапазон преобразований рабочего коэффициента передачи, мВ/В	от 0,5 до 30
Разрядность цифрового сигнала на выходе, бит	24
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований рабочего коэффициента передачи датчиков, %	$\pm 1$
Для модификаций UR20-4AO-UI-16; UR20-4AO-UI-16-M; UR20-4AO-UI-16-DIAG; UR20-4AO-UI-16-M-DIAG; UR20-4AO-UI-16-HD; UR20-4AO-UI-16-DIAG-HD	
Разрядность цифрового сигнала на входе, бит	16
Диапазоны преобразований силы постоянного тока, мА	от 0 до 20; от 4 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Диапазоны преобразований напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5; от 0 до 10; от 1 до 5; от 2 до 10; от -10 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,05$
Примечание: 1) – D – диапазон преобразований напряжения постоянного тока.	

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Операции, выполняемые при поверке модулей, и порядок их выполнения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик	8.4	Да	Да

2.1 При получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции поверка прекращается.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Таблица 3 – Средства поверки

Наименование, обозначение, тип	Номер пункта Методики	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде / характеристики
<b>Основные средства поверки</b>		
Калибратор универсальный 9100	8.2; 8.4	Регистрационный номер 25985-09
Калибратор К3608	8.2; 8.4	Регистрационный номер 32876-06
Мультиметр 3458А	8.2; 8.4	Регистрационный номер 25900-03
Магазины сопротивлений Р33	8.2; 8.4	Регистрационный номер 1321-60
<b>Вспомогательные средства поверки (оборудование)</b>		
Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313	8.1 - 8.4	Регистрационный номер 22129-09
Источники питания постоянного тока GPR-73060D	8.2 - 8.4	Регистрационный номер 55898-13
Персональный компьютер	8.2 - 8.4	-

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 К проведению поверки допускают лица, изучившие эксплуатационные документы поверяемого модуля и применяемых средств поверки, имеющие навык работы на персональном компьютере (далее – ПК).

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения модулей необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- заземление модулей должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера;
- присоединения модулей и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с модулем в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с модулем в случае обнаружения их повреждения.

## 6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха –  $(+20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха – до 75 %;

Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха использовать термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать модуль в условиях окружающей среды, указанных в п.6.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.6.1;
- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, а также поверяемый модуль в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре проверяют соответствие модуля следующим требованиям:

- наличие маркировки по взрывозащите;
- надежность присоединения кабелей;
- наличие и соответствие надписей на элементах корпуса функциональному назначению;
- отсутствие вмятин, видимых механических повреждений.

Результаты проверки считать положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

8.2 Опробование.

Опробование модулей ввода выполняется путем пробного измерения сигналов напряжения постоянного тока, силы постоянного тока или электрического сопротивления постоянному току. Допускается совмещать опробование с процедурой определения метрологических характеристик.

Результаты проверки считать положительными, если значения напряжения постоянного тока, силы постоянного тока или электрического сопротивления постоянному току изменяются пропорционально сигналу, заданному с калибратора.

Опробование модулей вывода выполняется путем пробного воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока или силы постоянного тока. Допускается совмещать опробование с процедурой определения метрологических характеристик.

Результаты проверки считать положительными, если значения напряжения постоянного тока или силы постоянного тока на мультиметре изменяются пропорционально сигналу, заданному с модуля.

8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО).

Соответствие наименования и номера версии ПО проводится путем сличения наименования и номера версии встроенного ПО и указанных в таблице 4.



Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное ПО	Внешнее ПО
Идентификационное наименование ПО	Интегрированное ПО, U-create web, U-create studio	Интегрированное ПО, U-create web, U-create studio
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	01.00.00	01.50.00
Цифровой идентификатор ПО	Не применяется	Не применяется

Результаты проверки считать положительными, если наименование и номера версии ПО соответствует таблице 4.

#### 8.4 Определение метрологических характеристик модулей.

8.4.1 Определение основной приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока модулей модификаций UR20-4AI-UI-16; UR20-4AI-UI-16-DIAG; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG; UR20-4AI-UI-16-HD; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG-HD; UR20-4AI-UI-12; UR20-8AI-I-16; UR20-8AI-I-16-DIAG-HD; UR20-8AI-I-PLC-INT.

Определение основной приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы модуля сигналы силы постоянного тока равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;
- 4) зафиксировать преобразованные значения силы постоянного тока на мониторе ПК;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований силы постоянного тока по формуле:

$$\gamma = \frac{I_{\text{вых}} - I_{\text{вх}}}{I_{\text{д}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

$I_{\text{вых}}$  – преобразованное значение силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{вх}}$  – задаваемое с калибратора значение силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{д}}$  – диапазон преобразований силы постоянного тока, мА.

- б) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех поверяемых точках значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.2 Определение основной приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразования напряжения постоянного тока модификаций UR20-4AI-UI-16; UR20-4AI-UI-16-DIAG; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG; UR20-4AI-UI-16-HD; UR20-4AI-UI-DIF-16-DIAG-HD; UR20-4AI-UI-12.

Определение основной приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований напряжения постоянного тока осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы модуля сигналы напряжения постоянного тока равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;
- 4) зафиксировать преобразованные значения напряжения постоянного тока на мониторе ПК;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований напряжения постоянного тока по формуле:

$$\gamma = \frac{U_{\text{вых}} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{д}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$U_{\text{вых}}$  – преобразованное значение напряжения постоянного тока, В (мВ);

$U_{\text{вх}}$  – значение напряжения постоянного тока заданного при помощи калибратора, В (мВ);

$U_{\text{д}}$  – диапазон преобразований, В (мВ).

- 7) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех поверяемых точках значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований напряжений постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.3 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 для модулей модификаций UR20-4AI-RTD-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG-2W.

Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы модуля сигналы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующее значению температуры от термопреобразователей сопротивления в соответствии с ГОСТ 6651-2009 для преобразованных значений температуры равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;
- 4) зафиксировать преобразованные значения температуры на мониторе ПК;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 постоянного тока по формуле:

$$\gamma = \frac{T_{\text{пр}} - T_{\text{расч}}}{T_{\text{д}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

$T_{\text{пр}}$  – преобразованное модулем значение температуры, °С;

$T_{\text{расч}}$  – значение температуры, соответствующее заданному при помощи калибратора, значению сопротивления постоянного тока, °С;

$T_{\text{д}}$  – диапазон преобразований температуры, °С.

- 7) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех проверяемых точках значения приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований

сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.4 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований погрешности преобразований электрического сопротивления постоянному току для модулей модификаций UR20-4AI-RTD-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG; UR20-4AI-RTD-HP-DIAG-2W.

Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований погрешности преобразований электрического сопротивления постоянному току осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы модуля сигналы электрического сопротивления постоянного тока, равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;
- 4) зафиксировать преобразованные значения температуры на мониторе ПК;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований электрического сопротивления постоянному току по формуле:

$$\gamma = \frac{R_{пр} - R_{эт}}{R_d} \cdot 100\% \quad (3)$$

$R_{пр}$  – преобразованное модулем значение электрического сопротивления постоянному току, Ом;

$R_{эт}$  – заданное с калибратора значение электрического сопротивления постоянному току, Ом;

$R_d$  – диапазон преобразований электрического сопротивления постоянному току, Ом.

- 7) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех проверяемых точках значения приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления постоянному току не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.5 Определение основной абсолютной погрешности преобразований сигналов от термопар для модулей модификации UR20-4AI-TC-DIAG.

Определение основной абсолютной погрешности преобразований сигналов от термопар осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации
- 3) 3) подать на входы модуля сигналы напряжения постоянного тока, соответствующее значению термо-ЭДС по градуировочным таблицам по ГОСТ Р 8.585-2001, для термопар, изготовленных по ГОСТ Р 8.585-2001 или по приложению Б для остальных термопар, для преобразованных значений температуры равных: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований.
- 4) измерить температуру окружающего воздуха вблизи контактов модуля ( $T_{эт}$ ) с помощью термометра ТЦЭ-005/М3 с подключенным к нему термометром ПТСВ-9-2;
- 5) зафиксировать преобразованные значения температуры на мониторе ПК;
- 6) рассчитать значение температуры с учетом окружающей среды (4):

$$T = T_{\text{изм}} - T_{\text{окр.ср}} \quad (4)$$

$T_{\text{изм}}$  – преобразованное модулем значение температуры, °С;

$T_{\text{окр.ср}}$  – измеренное термометром ТЦЭ-005/М3 с подключенным к нему термометром ПТСВ-9-2 значение температуры, °С.

7) найти для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 или приложению Б значения термо-ЭДС в мВ для температуры, рассчитанной по формуле (4);

8) рассчитать абсолютную погрешность измерений сигналов от термопар по формуле (5):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}} \quad (5)$$

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, соответствующее измеренному значению температуры, мВ;

$U_{\text{эт}}$  – значение напряжения постоянного тока при помощи калибратора, мВ.

9) повторить п.п. 3)-8) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех проверяемых точках значения абсолютной погрешности преобразований сигналов от термопар не превышают значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

8.4.6 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления для модулей модификации UR20-4AI-R-HS-16-DIAG.

Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления осуществляется в следующей последовательности:

1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;

2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии с руководством по эксплуатации;

3) подать на входы модуля сигналы электрического сопротивления постоянного тока равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;

4) зафиксировать преобразованные значения электрического сопротивления постоянному току на мониторе ПК;

5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований электрического сопротивления постоянному току по формуле:

$$\gamma = \frac{R_{\text{пр}} - R_{\text{расч}}}{R_{\text{д}}} \cdot 100\% \quad (6)$$

$R_{\text{пр}}$  – преобразованное модулем значение электрического сопротивления постоянному току, Ом;

$R_{\text{расч}}$  – значение электрического сопротивления постоянному току, заданное с калибратора, Ом;

$R_{\text{д}}$  – диапазон электрического сопротивления постоянному току, Ом.

6) повторить п.п. 4)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех проверяемых точках значения приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований электрического сопротивления не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.7 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований значений рабочего коэффициента передачи для модулей модификации UR20-2AI-SG-24-DIAG.

Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований значений рабочего коэффициента передачи осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы значения рабочего коэффициента передачи, равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона преобразований;
- 4) зафиксировать преобразованные значения температуры на мониторе ПК;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону преобразований погрешность преобразований значений рабочего коэффициента передачи по формуле:

$$\gamma = \frac{k_{\text{вых}} - k_{\text{вх}}}{k_{\text{д}}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

$k_{\text{вых}}$  – преобразованное значение рабочего коэффициента передачи, мВ/В;

$k_{\text{вы}}$  – задаваемое значение рабочего коэффициента передачи, мВ/В;

$k_{\text{д}}$  – диапазон преобразований значений рабочего коэффициента передачи, мВ/В.

- б) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех поверяемых точках значения приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразований значений рабочего коэффициента передачи не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.8 Определение основной приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока.

Определение основной приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации;
- 3) подать на входы мультиметра сигналы напряжения постоянного тока равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона воспроизведений;
- 4) рассчитать приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле:

$$\gamma = \frac{U_{\text{вых}} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{д}}} \cdot 100\% \quad (8)$$

$U_{\text{вых}}$  – заданное при помощи модуля значение напряжения постоянного тока, В (мВ);

$U_{\text{вх}}$  – значение напряжения постоянного тока измеренное мультиметром, В (мВ);

$U_{\text{д}}$  – диапазон преобразований, В (мВ).

- 5) повторить п.п. 3)-4) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех поверяемых точках значения приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжений постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 1.

8.4.9 Определение основной приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока.

Определение основной приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока осуществляется в следующей последовательности:

- 1) подключить модуль, модуль сопряжения шины, средства поверки, указанные в таблице 3, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 2) включить компьютер и запустить веб-браузер (GoogleChrome, Firefox), подключиться через IP-адрес к системе UR20, произвести настройку и конфигурацию модуля в соответствии руководством по эксплуатации;
- 3) перевести мультиметр в режим измерения силы постоянного тока;
- 4) подать на входы мультиметра сигналы силы постоянного тока равные: 0-5; 25-30; 50-55; 75-80; 95-100 % от диапазона воспроизведений;
- 5) рассчитать приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле:

$$\gamma = \frac{I_{\text{вых}} - I_{\text{вх}}}{I_{\text{д}}} \cdot 100\% \quad (9)$$

$I_{\text{вых}}$  – заданное при помощи модуля значение силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{вх}}$  – значение напряжения постоянного тока измеренное мультиметром, мА;

$I_{\text{д}}$  – диапазон преобразований, мА.

- б) повторить п.п. 3)-5) для всех каналов.

Результаты считают положительными, если во всех поверяемых точках значения приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжений постоянного тока не превышают значений, указанных в таблице 1.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Положительные результаты поверки модуля оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815.

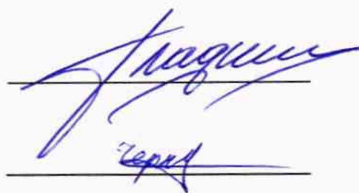
9.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) на корпус модуля.

9.3 При отрицательных результатах поверки модуль не допускается к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения. После устранения обнаруженных неисправностей проводят повторную поверку, результаты повторной поверки – окончательные.

9.4 Отрицательные результаты поверки модуля оформляют извещением о непригодности по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а модуль не допускают к применению.

Начальник отдела комплексного  
метрологического обеспечения  
инновационных проектов  
ООО «ИЦРМ»

Инженер ООО «ИЦРМ»



А. В. Гладких

М. И. Чернышова

**Приложение А  
(Обязательное)**

**Номинальные статические характеристики преобразования сигналов от термопар**

Таблица А.1 – Значение термоэлектрической силы (ТЭДС) для термопары типа U

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С										
Температура рабочего конца, °С	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
-200	-5,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-100	-3,40	-3,68	-3,95	-4,21	-4,46	-4,69	-4,91	-5,12	-5,32	-5,51
0	0	-0,39	-0,77	-1,14	-1,50	-1,85	-2,18	-2,50	-2,81	-3,11
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,40	0,80	1,21	1,63	2,05	2,48	2,91	3,35	3,80
100	4,25	4,71	5,18	5,65	6,13	6,62	7,12	7,63	8,15	8,67
200	9,20	9,74	10,29	10,85	11,41	11,98	12,55	13,13	13,71	14,30
300	14,90	15,50	16,10	16,70	17,32	17,92	18,53	19,14	19,76	20,38
400	21,00	21,62	22,25	22,88	23,51	24,15	24,79	25,44	26,09	26,75
500	27,41	28,08	28,75	29,43	30,11	30,80	30,80	32,19	32,89	33,60

Таблица А.2 – Значение термоэлектрической силы (ТЭДС) для термопары типа С

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.000	0.013	0.027	0.040	0.054	0.067	0.081	0.094	0.108	0.121	0.135
10	0.135	0.149	0.162	0.176	0.190	0.204	0.217	0.231	0.245	0.259	0.273
20	0.273	0.286	0.300	0.314	0.328	0.342	0.356	0.370	0.384	0.398	0.412
30	0.412	0.426	0.441	0.455	0.469	0.483	0.497	0.512	0.526	0.540	0.554
40	0.554	0.569	0.583	0.598	0.612	0.626	0.641	0.655	0.670	0.684	0.699

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	0.699	0.713	0.728	0.742	0.757	0.772	0.786	0.801	0.816	0.830	0.845
60	0.845	0.860	0.875	0.889	0.904	0.919	0.934	0.949	0.964	0.979	0.994
70	0.994	1.009	1.024	1.039	1.054	1.069	1.084	1.099	1.114	1.129	1.144
80	1.144	1.159	1.175	1.190	1.205	1.220	1.235	1.251	1.266	1.281	1.297
90	1.297	1.312	1.327	1.343	1.358	1.374	1.389	1.405	1.420	1.436	1.451
100	1.451	1.467	1.482	1.498	1.513	1.529	1.545	1.560	1.576	1.592	1.607
110	1.607	1.623	1.639	1.655	1.670	1.686	1.702	1.718	1.734	1.750	1.766
120	1.766	1.781	1.797	1.813	1.829	1.845	1.861	1.877	1.893	1.909	1.925
130	1.925	1.942	1.958	1.974	1.990	2.006	2.022	2.038	2.055	2.071	2.087
140	2.087	2.103	2.120	2.136	2.152	2.168	2.185	2.201	2.217	2.234	2.250
150	2.250	2.267	2.283	2.300	2.316	2.332	2.349	2.365	2.382	2.398	2.415
160	2.415	2.432	2.448	2.465	2.481	2.498	2.515	2.531	2.548	2.565	2.581
170	2.581	2.598	2.615	2.632	2.648	2.665	2.682	2.699	2.716	2.732	2.749
180	2.749	2.766	2.783	2.800	2.817	2.834	2.851	2.868	2.885	2.902	2.919
190	2.919	2.936	2.953	2.970	2.987	3.004	3.021	3.038	3.055	3.072	3.089
200	3.089	3.106	3.124	3.141	3.158	3.175	3.192	3.210	3.227	3.244	3.261
210	3.261	3.279	3.296	3.313	3.331	3.348	3.365	3.383	3.400	3.417	3.435
220	3.435	3.452	3.470	3.487	3.505	3.522	3.539	3.557	3.574	3.592	3.609
230	3.609	3.627	3.645	3.662	3.680	3.697	3.715	3.732	3.750	3.768	3.785
240	3.785	3.803	3.821	3.838	3.856	3.874	3.891	3.909	3.927	3.945	3.962
250	3.962	3.980	3.998	4.016	4.034	4.051	4.069	4.087	4.105	4.123	4.141
260	4.141	4.158	4.176	4.194	4.212	4.230	4.248	4.266	4.284	4.302	4.320
270	4.320	4.338	4.356	4.374	4.392	4.410	4.428	4.446	4.464	4.482	4.500
280	4.500	4.518	4.536	4.554	4.573	4.591	4.609	4.627	4.645	4.663	4.682
290	4.682	4.700	4.718	4.736	4.754	4.773	4.791	4.809	4.827	4.846	4.864
300	4.864	4.882	4.900	4.919	4.937	4.955	4.974	4.992	5.010	5.029	5.047



ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
310	5.047	5.065	5.084	5.102	5.121	5.139	5.157	5.176	5.194	5.213	5.231
320	5.231	5.250	5.268	5.287	5.305	5.323	5.342	5.361	5.379	5.398	5.416
330	5.416	5.435	5.453	5.472	5.490	5.509	5.527	5.546	5.565	5.583	5.602
340	5.602	5.620	5.639	5.658	5.676	5.695	5.714	5.732	5.751	5.770	5.788
350	5.788	5.807	5.826	5.844	5.863	5.882	5.901	5.919	5.938	5.957	5.976
360	5.976	5.994	6.013	6.032	6.051	6.070	6.088	6.107	6.126	6.145	6.164
370	6.164	6.182	6.201	6.220	6.239	6.258	6.277	6.296	6.314	6.333	6.352
380	6.352	6.371	6.390	6.409	6.428	6.447	6.466	6.485	6.504	6.523	6.541
390	6.541	6.560	6.579	6.598	6.617	6.636	6.655	6.674	6.693	6.712	6.731
400	6.731	6.750	6.769	6.788	6.807	6.826	6.845	6.865	6.884	6.903	6.922
410	6.922	6.941	6.960	6.979	6.998	7.017	7.036	7.055	7.074	7.094	7.113
420	7.113	7.132	7.151	7.170	7.189	7.208	7.227	7.247	7.266	7.285	7.304
430	7.304	7.323	7.342	7.362	7.381	7.400	7.419	7.438	7.458	7.477	7.496
440	7.496	7.515	7.534	7.554	7.573	7.592	7.611	7.631	7.650	7.669	7.688
450	7.688	7.708	7.727	7.746	7.765	7.785	7.804	7.823	7.842	7.862	7.881
460	7.881	7.900	7.920	7.939	7.958	7.978	7.997	8.016	8.036	8.055	8.074
470	8.074	8.094	8.113	8.132	8.152	8.171	8.190	8.210	8.229	8.248	8.268
480	8.268	8.287	8.306	8.326	8.345	8.364	8.384	8.403	8.423	8.442	8.461
490	8.461	8.481	8.500	8.520	8.539	8.558	8.578	8.597	8.617	8.636	8.655
500	8.655	8.675	8.694	8.714	8.733	8.753	8.772	8.791	8.811	8.830	8.850
510	8.850	8.869	8.889	8.908	8.928	8.947	8.966	8.986	9.005	9.025	9.044
520	9.044	9.064	9.083	9.103	9.122	9.142	9.161	9.181	9.200	9.220	9.239
530	9.239	9.259	9.278	9.298	9.317	9.337	9.356	9.376	9.395	9.415	9.434
540	9.434	9.454	9.473	9.493	9.512	9.532	9.551	9.571	9.590	9.610	9.629
550	9.629	9.649	9.668	9.688	9.707	9.727	9.746	9.766	9.785	9.805	9.824
560	9.824	9.844	9.863	9.883	9.902	9.922	9.942	9.961	9.981	10.000	10.020

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
570	10.020	10.039	10.059	10.078	10.098	10.117	10.137	10.156	10.176	10.196	10.215
580	10.215	10.235	10.254	10.274	10.293	10.313	10.332	10.352	10.371	10.391	10.411
590	10.411	10.430	10.450	10.469	10.489	10.508	10.528	10.547	10.567	10.587	10.606
600	10.606	10.626	10.645	10.665	10.684	10.704	10.723	10.743	10.763	10.782	10.802
610	10.802	10.821	10.841	10.860	10.880	10.899	10.919	10.939	10.958	10.978	10.997
620	10.997	11.017	11.036	11.056	11.075	11.095	11.114	11.134	11.154	11.173	11.193
630	11.193	11.212	11.232	11.251	11.271	11.290	11.310	11.330	11.349	11.369	11.388
640	11.388	11.408	11.427	11.447	11.466	11.486	11.505	11.525	11.544	11.564	11.584
650	11.584	11.603	11.623	11.642	11.662	11.681	11.701	11.720	11.740	11.759	11.779
660	11.779	11.798	11.818	11.837	11.857	11.876	11.896	11.915	11.935	11.955	11.974
670	11.974	11.994	12.013	12.033	12.052	12.072	12.091	12.111	12.130	12.150	12.169
680	12.169	12.189	12.208	12.228	12.247	12.267	12.286	12.306	12.325	12.345	12.364
690	12.364	12.384	12.403	12.422	12.442	12.461	12.481	12.500	12.520	12.539	12.559
700	12.559	12.578	12.598	12.617	12.637	12.656	12.676	12.695	12.715	12.734	12.753
710	12.753	12.773	12.792	12.812	12.831	12.851	12.870	12.890	12.909	12.928	12.948
720	12.948	12.967	12.987	13.006	13.026	13.045	13.064	13.084	13.103	13.123	13.142
730	13.142	13.161	13.181	13.200	13.220	13.239	13.258	13.278	13.297	13.317	13.336
740	13.336	13.355	13.375	13.394	13.413	13.433	13.452	13.472	13.491	13.510	13.530
750	13.530	13.549	13.568	13.588	13.607	13.626	13.646	13.665	13.685	13.704	13.723
760	13.723	13.743	13.762	13.781	13.800	13.820	13.839	13.858	13.878	13.897	13.916
770	13.916	13.936	13.955	13.974	13.994	14.013	14.032	14.051	14.071	14.090	14.109
780	14.109	14.129	14.148	14.167	14.186	14.206	14.225	14.244	14.263	14.283	14.302
790	14.302	14.321	14.340	14.360	14.379	14.398	14.417	14.437	14.456	14.475	14.494
800	14.494	14.513	14.533	14.552	14.571	14.590	14.609	14.629	14.648	14.667	14.686
810	14.686	14.705	14.725	14.744	14.763	14.782	14.801	14.820	14.840	14.859	14.878
820	14.878	14.897	14.916	14.935	14.954	14.974	14.993	15.012	15.031	15.050	15.069

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
830	15.069	15.088	15.107	15.126	15.146	15.165	15.184	15.203	15.222	15.241	15.260
840	15.260	15.279	15.298	15.317	15.336	15.355	15.374	15.393	15.413	15.432	15.451
850	15.451	15.470	15.489	15.508	15.527	15.546	15.565	15.584	15.603	15.622	15.641
860	15.641	15.660	15.679	15.698	15.717	15.736	15.755	15.774	15.793	15.812	15.831
870	15.831	15.849	15.868	15.887	15.906	15.925	15.944	15.963	15.982	16.001	16.020
880	16.020	16.039	16.058	16.077	16.096	16.114	16.133	16.152	16.171	16.190	16.209
890	16.209	16.228	16.247	16.265	16.284	16.303	16.322	16.341	16.360	16.379	16.397
900	16.397	16.416	16.435	16.454	16.473	16.491	16.510	16.529	16.548	16.567	16.585
910	16.585	16.604	16.623	16.642	16.661	16.679	16.698	16.717	16.736	16.754	16.773
920	16.773	16.792	16.811	16.829	16.848	16.867	16.886	16.904	16.923	16.942	16.960
930	16.960	16.979	16.998	17.016	17.035	17.054	17.072	17.091	17.110	17.128	17.147
940	17.147	17.166	17.184	17.203	17.222	17.240	17.259	17.278	17.296	17.315	17.333
950	17.333	17.352	17.371	17.389	17.408	17.426	17.445	17.463	17.482	17.501	17.519
960	17.519	17.538	17.556	17.575	17.593	17.612	17.630	17.649	17.667	17.686	17.704
970	17.704	17.723	17.741	17.760	17.778	17.797	17.815	17.834	17.852	17.871	17.889
980	17.889	17.908	17.926	17.945	17.963	17.981	18.000	18.018	18.037	18.055	18.074
990	18.074	18.092	18.110	18.129	18.147	18.166	18.184	18.202	18.221	18.239	18.257
1000	18.257	18.276	18.294	18.312	18.331	18.349	18.367	18.386	18.404	18.422	18.441
1010	18.441	18.459	18.477	18.496	18.514	18.532	18.550	18.569	18.587	18.605	18.623
1020	18.623	18.642	18.660	18.678	18.696	18.715	18.733	18.751	18.769	18.788	18.806
1030	18.806	18.824	18.842	18.860	18.878	18.897	18.915	18.933	18.951	18.969	18.987
1040	18.987	19.006	19.024	19.042	19.060	19.078	19.096	19.114	19.132	19.151	19.169
1050	19.169	19.187	19.205	19.223	19.241	19.259	19.277	19.295	19.313	19.331	19.349
1060	19.349	19.367	19.385	19.403	19.421	19.439	19.457	19.475	19.493	19.511	19.529
1070	19.529	19.547	19.565	19.583	19.601	19.619	19.637	19.655	19.673	19.691	19.709
1080	19.709	19.727	19.745	19.763	19.781	19.799	19.816	19.834	19.852	19.870	19.888

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1090	19.888	19.906	19.924	19.942	19.959	19.977	19.995	20.013	20.031	20.049	20.066
1100	20.066	20.084	20.102	20.120	20.138	20.155	20.173	20.191	20.209	20.227	20.244
1110	20.244	20.262	20.280	20.298	20.315	20.333	20.351	20.369	20.386	20.404	20.422
1120	20.422	20.439	20.457	20.475	20.492	20.510	20.528	20.546	20.563	20.581	20.598
1130	20.598	20.616	20.634	20.651	20.669	20.687	20.704	20.722	20.739	20.757	20.775
1140	20.775	20.792	20.810	20.827	20.845	20.863	20.880	20.898	20.915	20.933	20.950
1150	20.950	20.968	20.985	21.003	21.020	21.038	21.055	21.073	21.090	21.108	21.125
1160	21.125	21.143	21.160	21.178	21.195	21.213	21.230	21.248	21.265	21.282	21.300
1170	21.300	21.317	21.335	21.352	21.369	21.387	21.404	21.422	21.439	21.456	21.474
1180	21.474	21.491	21.508	21.526	21.543	21.560	21.578	21.595	21.612	21.630	21.647
1190	21.647	21.664	21.682	21.699	21.716	21.733	21.751	21.768	21.785	21.802	21.820
1200	21.820	21.837	21.854	21.871	21.889	21.906	21.923	21.940	21.957	21.975	21.992
1210	21.992	22.009	22.026	22.043	22.061	22.078	22.095	22.112	22.129	22.146	22.163
1220	22.163	22.180	22.198	22.215	22.232	22.249	22.266	22.283	22.300	22.317	22.334
1230	22.334	22.351	22.368	22.385	22.403	22.420	22.437	22.454	22.471	22.488	22.505
1240	22.505	22.522	22.539	22.556	22.573	22.590	22.607	22.624	22.641	22.657	22.674
1250	22.674	22.691	22.708	22.725	22.742	22.759	22.776	22.793	22.810	22.827	22.844
1260	22.844	22.860	22.877	22.894	22.911	22.928	22.945	22.962	22.978	22.995	23.012
1270	23.012	23.029	23.046	23.063	23.079	23.096	23.113	23.130	23.147	23.163	23.180
1280	23.180	23.197	23.214	23.230	23.247	23.264	23.281	23.297	23.314	23.331	23.347
1290	23.347	23.364	23.381	23.398	23.414	23.431	23.448	23.464	23.481	23.498	23.514
1300	23.514	23.531	23.548	23.564	23.581	23.597	23.614	23.631	23.647	23.664	23.680
1310	23.680	23.697	23.714	23.730	23.747	23.763	23.780	23.796	23.813	23.829	23.846
1320	23.846	23.862	23.879	23.895	23.912	23.928	23.945	23.961	23.978	23.994	24.011
1330	24.011	24.027	24.044	24.060	24.077	24.093	24.110	24.126	24.142	24.159	24.175
1340	24.175	24.192	24.208	24.224	24.241	24.257	24.274	24.290	24.306	24.323	24.339

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1350	24.339	24.355	24.372	24.388	24.404	24.421	24.437	24.453	24.470	24.486	24.502
1360	24.502	24.518	24.535	24.551	24.567	24.583	24.600	24.616	24.632	24.648	24.665
1370	24.665	24.681	24.697	24.713	24.730	24.746	24.762	24.778	24.794	24.810	24.827
1380	24.827	24.843	24.859	24.875	24.891	24.907	24.923	24.940	24.956	24.972	24.988
1390	24.988	25.004	25.020	25.036	25.052	25.068	25.084	25.100	25.117	25.133	25.149
1400	25.149	25.165	25.181	25.197	25.213	25.229	25.245	25.261	25.277	25.293	25.309
1410	25.309	25.325	25.341	25.357	25.373	25.389	25.405	25.420	25.436	25.452	25.468
1420	25.468	25.484	25.500	25.516	25.532	25.548	25.564	25.580	25.595	25.611	25.627
1430	25.627	25.643	25.659	25.675	25.691	25.706	25.722	25.738	25.754	25.770	25.785
1440	25.785	25.801	25.817	25.833	25.849	25.864	25.880	25.896	25.912	25.927	25.943
1450	25.943	25.959	25.975	25.990	26.006	26.022	26.038	26.053	26.069	26.085	26.100
1460	26.100	26.116	26.132	26.147	26.163	26.179	26.194	26.210	26.226	26.241	26.257
1470	26.257	26.272	26.288	26.304	26.319	26.335	26.350	26.366	26.382	26.397	26.413
1480	26.413	26.428	26.444	26.459	26.475	26.490	26.506	26.521	26.537	26.552	26.568
1490	26.568	26.583	26.599	26.614	26.630	26.645	26.661	26.676	26.692	26.707	26.723
1500	26.723	26.738	26.753	26.769	26.784	26.800	26.815	26.830	26.846	26.861	26.877
1510	26.877	26.892	26.907	26.923	26.938	26.953	26.969	26.984	26.999	27.015	27.030
1520	27.030	27.045	27.061	27.076	27.091	27.107	27.122	27.137	27.152	27.168	27.183
1530	27.183	27.198	27.213	27.229	27.244	27.259	27.274	27.290	27.305	27.320	27.335
1540	27.335	27.350	27.366	27.381	27.396	27.411	27.426	27.441	27.457	27.472	27.487
1550	27.487	27.502	27.517	27.532	27.547	27.562	27.578	27.593	27.608	27.623	27.638
1560	27.638	27.653	27.668	27.683	27.698	27.713	27.728	27.743	27.758	27.773	27.788
1570	27.788	27.803	27.818	27.833	27.848	27.863	27.878	27.893	27.908	27.923	27.938
1580	27.938	27.953	27.968	27.983	27.998	28.013	28.028	28.043	28.058	28.072	28.087
1590	28.087	28.102	28.117	28.132	28.147	28.162	28.177	28.191	28.206	28.221	28.236
1600	28.236	28.251	28.266	28.280	28.295	28.310	28.325	28.340	28.354	28.369	28.384

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1610	28.384	28.399	28.413	28.428	28.443	28.458	28.472	28.487	28.502	28.517	28.531
1620	28.531	28.546	28.561	28.575	28.590	28.605	28.619	28.634	28.649	28.663	28.678
1630	28.678	28.693	28.707	28.722	28.737	28.751	28.766	28.780	28.795	28.810	28.824
1640	28.824	28.839	28.853	28.868	28.883	28.897	28.912	28.926	28.941	28.955	28.970
1650	28.970	28.984	28.999	29.013	29.028	29.042	29.057	29.071	29.086	29.100	29.115
1660	29.115	29.129	29.144	29.158	29.173	29.187	29.201	29.216	29.230	29.245	29.259
1670	29.259	29.274	29.288	29.302	29.317	29.331	29.345	29.360	29.374	29.388	29.403
1680	29.403	29.417	29.431	29.446	29.460	29.474	29.489	29.503	29.517	29.532	29.546
1690	29.546	29.560	29.574	29.589	29.603	29.617	29.631	29.646	29.660	29.674	29.688
1700	29.688	29.703	29.717	29.731	29.745	29.759	29.774	29.788	29.802	29.816	29.830
1710	29.830	29.844	29.859	29.873	29.887	29.901	29.915	29.929	29.943	29.957	29.971
1720	29.971	29.986	30.000	30.014	30.028	30.042	30.056	30.070	30.084	30.098	30.112
1730	30.112	30.126	30.140	30.154	30.168	30.182	30.196	30.210	30.224	30.238	30.252
1740	30.252	30.266	30.280	30.294	30.308	30.322	30.336	30.350	30.364	30.378	30.391
1750	30.391	30.405	30.419	30.433	30.447	30.461	30.475	30.489	30.502	30.516	30.530
1760	30.530	30.544	30.558	30.572	30.585	30.599	30.613	30.627	30.641	30.654	30.668
1770	30.668	30.682	30.696	30.710	30.723	30.737	30.751	30.765	30.778	30.792	30.806
1780	30.806	30.819	30.833	30.847	30.861	30.874	30.888	30.902	30.915	30.929	30.943
1790	30.943	30.956	30.970	30.983	30.997	31.011	31.024	31.038	31.052	31.065	31.079
1800	31.079	31.092	31.106	31.119	31.133	31.147	31.160	31.174	31.187	31.201	31.214
1810	31.214	31.228	31.241	31.255	31.268	31.282	31.295	31.309	31.322	31.336	31.349
1820	31.349	31.363	31.376	31.389	31.403	31.416	31.430	31.443	31.457	31.470	31.483
1830	31.483	31.497	31.510	31.524	31.537	31.550	31.564	31.577	31.590	31.604	31.617
1840	31.617	31.630	31.644	31.657	31.670	31.683	31.697	31.710	31.723	31.737	31.750
1850	31.750	31.763	31.776	31.790	31.803	31.816	31.829	31.842	31.856	31.869	31.882
1860	31.882	31.895	31.908	31.922	31.935	31.948	31.961	31.974	31.987	32.001	32.014

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1870	32.014	32.027	32.040	32.053	32.066	32.079	32.092	32.105	32.118	32.132	32.145
1880	32.145	32.158	32.171	32.184	32.197	32.210	32.223	32.236	32.249	32.262	32.275
1890	32.275	32.288	32.301	32.314	32.327	32.340	32.353	32.366	32.378	32.391	32.404
1900	32.404	32.417	32.430	32.443	32.456	32.469	32.482	32.495	32.507	32.520	32.533
1910	32.533	32.546	32.559	32.572	32.584	32.597	32.610	32.623	32.636	32.649	32.661
1920	32.661	32.674	32.687	32.700	32.712	32.725	32.738	32.751	32.763	32.776	32.789
1930	32.789	32.801	32.814	32.827	32.840	32.852	32.865	32.878	32.890	32.903	32.915
1940	32.915	32.928	32.941	32.953	32.966	32.979	32.991	33.004	33.016	33.029	33.041
1950	33.041	33.054	33.067	33.079	33.092	33.104	33.117	33.129	33.142	33.154	33.167
1960	33.167	33.179	33.192	33.204	33.217	33.229	33.242	33.254	33.266	33.279	33.291
1970	33.291	33.304	33.316	33.329	33.341	33.353	33.366	33.378	33.390	33.403	33.415
1980	33.415	33.427	33.440	33.452	33.464	33.477	33.489	33.501	33.514	33.526	33.538
1990	33.538	33.550	33.563	33.575	33.587	33.599	33.612	33.624	33.636	33.648	33.660
2000	33.660	33.673	33.685	33.697	33.709	33.721	33.733	33.746	33.758	33.770	33.782
2010	33.782	33.794	33.806	33.818	33.830	33.842	33.855	33.867	33.879	33.891	33.903
2020	33.903	33.915	33.927	33.939	33.951	33.963	33.975	33.987	33.999	34.011	34.023
2030	34.023	34.035	34.047	34.059	34.071	34.082	34.094	34.106	34.118	34.130	34.142
2040	34.142	34.154	34.166	34.178	34.189	34.201	34.213	34.225	34.237	34.249	34.260
2050	34.260	34.272	34.284	34.296	34.307	34.319	34.331	34.343	34.354	34.366	34.378
2060	34.378	34.390	34.401	34.413	34.425	34.436	34.448	34.460	34.471	34.483	34.495
2070	34.495	34.506	34.518	34.530	34.541	34.553	34.564	34.576	34.587	34.599	34.611
2080	34.611	34.622	34.634	34.645	34.657	34.668	34.680	34.691	34.703	34.714	34.726
2090	34.726	34.737	34.749	34.760	34.771	34.783	34.794	34.806	34.817	34.829	34.840
2100	34.840	34.851	34.863	34.874	34.885	34.897	34.908	34.919	34.931	34.942	34.953
2110	34.953	34.965	34.976	34.987	34.998	35.010	35.021	35.032	35.043	35.055	35.066
2120	35.066	35.077	35.088	35.099	35.110	35.122	35.133	35.144	35.155	35.166	35.177

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С											
Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2130	35.177	35.188	35.199	35.211	35.222	35.233	35.244	35.255	35.266	35.277	35.288
2140	35.288	35.299	35.310	35.321	35.332	35.343	35.354	35.365	35.376	35.387	35.398
2150	35.398	35.409	35.420	35.430	35.441	35.452	35.463	35.474	35.485	35.496	35.506
2160	35.506	35.517	35.528	35.539	35.550	35.561	35.571	35.582	35.593	35.604	35.614
2170	35.614	35.625	35.636	35.647	35.657	35.668	35.679	35.689	35.700	35.711	35.721
2180	35.721	35.732	35.742	35.753	35.764	35.774	35.785	35.795	35.806	35.817	35.827
2190	35.827	35.838	35.848	35.859	35.869	35.880	35.890	35.901	35.911	35.922	35.932
2200	35.932	35.942	35.953	35.963	35.974	35.984	35.995	36.005	36.015	36.026	36.036
2210	36.036	36.046	36.057	36.067	36.077	36.088	36.098	36.108	36.118	36.129	36.139
2220	36.139	36.149	36.159	36.169	36.180	36.190	36.200	36.210	36.220	36.231	36.241
2230	36.241	36.251	36.261	36.271	36.281	36.291	36.301	36.311	36.321	36.331	36.341
2240	36.341	36.351	36.361	36.371	36.381	36.391	36.401	36.411	36.421	36.431	36.441
2250	36.441	36.451	36.461	36.471	36.481	36.491	36.500	36.510	36.520	36.530	36.540
2260	36.540	36.549	36.559	36.569	36.579	36.589	36.598	36.608	36.618	36.627	36.637
2270	36.637	36.647	36.656	36.666	36.676	36.685	36.695	36.705	36.714	36.724	36.733
2280	36.733	36.743	36.753	36.762	36.772	36.781	36.791	36.800	36.810	36.819	36.829
2290	36.829	36.838	36.847	36.857	36.866	36.876	36.885	36.895	36.904	36.913	36.923
2300	36.923	36.932	36.941	36.951	36.960	36.969	36.978	36.988	36.997	37.006	37.015
2310	37.015	37.025	37.034	37.043	37.052	37.061	-	-	-	-	-