

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

2019 г.

**Система измерительная для проведения  
теплопрочностных испытаний  
СТПИ-1**

Методика поверки  
СТПИ-1.МП

г. Москва  
2019 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

	Стр.
Принятые сокращения и условные обозначения .....	3
Введение .....	4
1 Способы поверки .....	5
2 Операции поверки .....	5
3 Средства поверки .....	5
4 Условия поверки .....	6
5 Требования безопасности .....	6
6 Подготовка к поверке .....	7
7 Проведение поверки .....	8
7.1 Внешний осмотр .....	8
7.2 Загрузка программного обеспечения.....	8
7.3 Опробование .....	8
7.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры .....	8
7.5 Определение абсолютной погрешности ИК линейных перемещений ....	10
7.6 Определение относительной погрешности ИК силы .....	11
8 Оформление результатов поверки .....	13
Приложение А .....	14
Приложение Б .....	16
Приложение В .....	17

## **ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

МП	- методика поверки
ИК	- измерительный канал
ИС	- измерительная система
ХА	- термopара хромель-алюмель
НСХ	- номинальная статическая характеристика
ЭДС	- электродвижущая сила
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая методика поверки (далее МП) разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002, Приказа Росстандарта №1815 и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок системы измерительной для проведения теплопрочностных испытаний СТПИ-1, предназначенной для проведения теплопрочностных испытаний изделий. ИС является многоканальной измерительной системой, отнесенной установленным порядком к средствам измерений в сфере государственного регулирования единства измерений. Метрологическое обеспечение ИС осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 8.596-2002. Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки отдельных ИК и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК.

ИС включает в себя три типа ИК, предназначенных для измерения следующих физических величин:

- линейных перемещений;
- силы;
- температуры.

Периодичность поверки ИС – 1 раз в год.

## 1 СПОСОБЫ ПОВЕРКИ

1.1 В настоящей методике установлены два способа поверки:

- комплектный способ для ИК линейных перемещений и силы;
- комплектный и поэлементный способ для ИК температуры.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Операции поверки ИК приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта методики	Проведение операции	
		Первичная поверка	Периодическая поверка
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.3	да	да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры	7.4	да	да
3.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных перемещений	7.5	да	да
3.3 Определение относительной погрешности измерений силы	7.6	да	да

*Примечания:*

1 Допускается поверка отдельных ИК и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК с обязательным указанием этого в свидетельстве о поверке;

2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке системы.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяются средства, приведенные в таблице 2. Допускается применение средств поверки других типов, обеспечивающих определение метрологических характеристик ИК ИС с требуемой точностью.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические характеристики
п. 7.4	Печь МТП-1200-4 с термометром сопротивления ПТС-10М (эталон 2-го разряда) и термоэлектрическим преобразователем ППО (эталон 2-го разряда)
п. 7.4	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-200Ех (эталон 2-го разряда)

Продолжение таблицы 2

п. 7.5	Набор мер длины концевых плоскопараллельных 3-го разряда
п. 7.6	Датчик силоизмерительный тензорезисторный U10M: диапазон от 2,5 до 25 кН, категория точности 0,06. Датчик силоизмерительный тензорезисторный U10M: диапазон от 25 до 300 кН, категория точности 0,06. Измерительный усилитель MVD 2555, класс точности 0,1
Вспомогательные средства поверки	
п. 7.4	Прибор комбинированный Testo 622: диапазон измерений температуры от 10 до 95 °С, пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры $\pm 3\%$
Вспомогательное оборудование	
п. 7.4	Держатель для датчика линейных перемещений
п. 7.6	Гидравлический силовозбудитель ГС-100

#### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

В испытательном зале:

- температура окружающего воздуха, °С..... $20 \pm 10$ ;
- относительная влажность воздуха, % .....от 20 до 75;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.).....от 96 до 106,7 (от 720 до 800).

В операторской комнате:

- температура окружающего воздуха, °С..... $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, % ..... $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.).....от 96 до 106,7 (от 720 до 800).

Напряжение питания СИ и компьютеров:

- напряжение питающей сети, В..... $220 \pm 22$ ;
- частота питающей сети, Гц..... $50 \pm 1$ .

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.004-91 и инструкцией по безопасному выполнению работ.

К работе по выполнению поверки допускаются сотрудники из состава персонала, прошедшие обучение и аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на ИС и рабочие эталоны.

## **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Проверить наличие свидетельств о поверке (знаков поверки) рабочих эталонов.

6.2 Подготовить к работе средства поверки в соответствии с руководствами по эксплуатации.

6.3 Подготовить к работе ИС в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.4 Проконтролировать параметры условий окружающей среды и записать данные в журнал и протоколы поверки.

6.5 Обеспечить качественную голосовую связь между операторской комнатой и испытательным залом.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 Внешний осмотр проводится визуально при отключенном напряжении питания ИС.

7.1.2 При проведении внешнего осмотра установить:

- соответствие комплектности системы данным формуляра СТПИ-1.ФО;
- отсутствие механических повреждений составных частей системы, неисправностей соединительных кабельных линий и разъемов, четкость фиксации органов коммутации и переключения;
- правильность сборки и установки вспомогательных средств поверки.

### **7.2 Загрузка программного обеспечения**

7.2.1 Базовое программное обеспечение загружается при включении системы.

7.2.2 После загрузки базового программного обеспечения необходимо поочередно загрузить программы измерений линейных перемещений, температуры и силы. После этой процедуры проверить контрольные суммы исполняемых кодов вышеперечисленных программ по алгоритму, изложенному в СТПИ-1.РЭ.

7.2.3 Дальнейшая работа по проведению поверки проводится в соответствии с п.п.7.3 - 7.6 настоящей методики.

### **7.3 Опробование**

7.3.1 Подготовить ИС к измерениям в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3.2 Используя программное обеспечение для каждого из типов ИК, проверить:

- возможность ввода калибровочных коэффициентов для ИК линейных перемещений и силы;
- наличие установленных полиномов номинальной статической характеристики термодпар;
- изменение показаний на мониторе ИС для одного выбранного для каждой физической величины ИК при изменении значений физической величины на его входе.

7.3.3 Результаты опробования считать положительными, если выполнены условия п.7.3.2.

### **7.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры (количество ИК – 32)**

Для ИК в диапазоне температуры от 50 до 500 °С с термопреобразователями ПТН-1100 ХА:

7.4.1 Проведение поверки ИК температуры проводится в три этапа.

7.4.2 На первом этапе определяется отклонение НСХ термопреобразователей от нормированных в ГОСТ Р 8.585.

Отклонение НСХ термопреобразователей от нормированных в ГОСТ Р 8.585 определять по методике ГОСТ 8.338-2002 раздел 9 в точках: 50, 200, 400, 500 °С с использованием печи МТП-1200-4 с термометром сопротивления

ПТС-10М и термоэлектрическим преобразователем ППО. Измеренные значения термо-ЭДС (в мВ) и отклонения НСХ (абсолютную погрешность измерений) термопреобразователей (в °С) заносить в таблицу 2 Приложения А к настоящей методике.

7.4.3 На втором этапе провести определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры по методике, изложенной в пунктах 7.4.4. – 7.4.9.

7.4.4 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, отсоединив кабель, соединяющий термопреобразователи с предварительными усилителями МХ 840 и подключив калибратор ИКСУ-200Ех к контактам первого ИК температуры в соответствии со схемами соединений, приведенными на правых боковых стенках минибоксов с предварительными усилителями.



Рисунок 1 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего установленным значениям температуры

7.4.5 Измерить значение температуры холодного спая (ХС) с помощью прибора комбинированного Testo 622.

7.4.6 Установить на калибраторе ИКСУ-200Ех значение термо-ЭДС (в мВ), соответствующее значению температуры 50 °С, с учетом поправки на термо-ЭДС от температуры ХС для термопреобразователей типа ТХА(К) по ГОСТ 3044-84.

7.4.7 Зафиксировать измеренное значение температуры на мониторе ПК и занести его значение в таблицу 3 Приложения А к настоящей методике.

7.4.8 Повторить действия по пунктам 7.4.6, 7.4.7 для значений температуры 200, 400 и 500 °С.

7.4.9 Повторить действия по пунктам 7.4.4, 7.4.8 для ИК с номерами от 2 до 16.

7.4.10 На третьем этапе рассчитать суммарную погрешность ИК температуры при значениях 50, 200, 400, 500 °С по формуле:

$$\Delta_{\text{ИК}} = \Delta_1 + \Delta_2 \quad (1),$$

где  $\Delta_{\text{ИК}}$  – суммарная абсолютная погрешность ИК температуры;

$\Delta_1$  – максимальная абсолютная погрешность термопреобразователя ПТН-1100 ХА (из 120 штук);

$\Delta_2$  – максимальная абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры (из 16 ИК).

7.4.11 Результат поверки считать положительным, если суммарная абсолютная погрешность ИК, рассчитанная по формуле (1) находится в допусках:  $\pm 5$  °С (для значений температуры 50 и 200 °С),  $\pm 10$  °С (для значений температуры 400 °С),  $\pm 20$  °С (для значений температуры 500 °С).

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

Для ИК в диапазоне температуры от 50 до 1200 °С с термопреобразователями ТП-0198:

7.4.12 Проведение поверки проводится в три этапа.

7.4.13 На первом этапе проверить наличие действующих свидетельств о поверке на термопреобразователи.

7.4.14 На втором этапе повторить действия по пунктам 7.4.3 – 7.4.8 для значений температуры 50, 200, 400, 600, 1000 и 1200 °С для ИК с номерами от 17 до 32.

7.4.15 На третьем этапе повторить действия по пункту 7.4.10 для значений температуры 50, 200, 400, 600, 1000 и 1200 °С.

В качестве максимальной абсолютной погрешности термопреобразователей берутся их максимальные значения из протоколов поверки термопреобразователей ТП-0198 (16 штук) для значений температуры 50, 200, 400, 600, 1000 и 1200 °С.

Примечание – В случае отсутствия протокола поверки, значения максимальной погрешности берется из технической документации на термопреобразователь.

6.4.16 Результат поверки считать положительным, если суммарная абсолютная погрешность ИК для каждого поддиапазона измерений, рассчитанная по формуле (1), находится в допусках:  $\pm 5$  °С (для значений температуры 50 и 200 °С),  $\pm 10$  °С (для значений температуры 400 °С),  $\pm 20$  °С (для значений температуры 600 °С),  $\pm 25$  °С (для значений температуры 1000 °С),  $\pm 30$  °С (для значений температуры 1200 °С).

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

6.4.17 Допускается поверка отдельных ИК температуры и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК температуры с обязательным указанием этого в свидетельстве о поверке.

## 7.5 Определение абсолютной погрешности ИК линейных перемещений (количество ИК – 20)

7.5.1 Собрать схему поверки согласно рисунка 2.

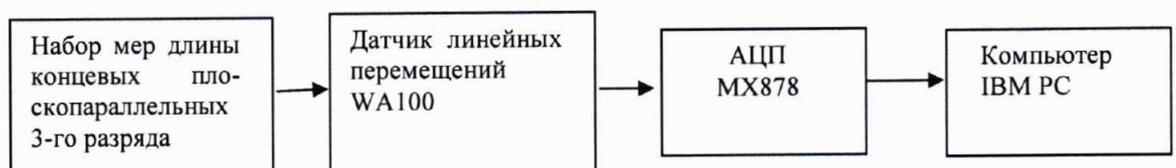


Рисунок 2 – Схема поверки ИК линейных перемещений

7.5.1.1 В диалоговом режиме выбрать ИК линейных перемещений.

7.5.1.2 Закрепить датчик линейных перемещений на держателе и установить его на металлическую плиту.

7.5.1.3 Поднимая шток датчика, укладывать концевые меры длины на плиту в наборе, соответствующем значениям: 0,5, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100 мм.

7.5.1.4 Считать показания с монитора компьютера и вычислить абсолютную погрешность ИК линейных перемещений по формуле:

$$\Delta_{\text{ИК}} = A_1 - A_2, \quad (2)$$

где  $\Delta_{\text{ИК}}$  – суммарная абсолютная погрешность ИК;

$A_1$  – размер набора концевых мер длины;

$A_2$  – измеренное значение.

7.5.1.5 Результат поверки считать положительным, если абсолютная погрешность ИК находится в допусковых пределах  $\pm 0,5$  мм. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт. Образец протокола поверки ИК линейных перемещений приведен в Приложении Б.

7.5.6 Допускается поверка отдельных ИК линейных перемещений и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК линейных перемещений с обязательным указанием этого в свидетельстве о поверке.

## 7.6 Определение относительной погрешности ИК силы (количество ИК – 15)

7.6.1 Собрать схему поверки, приведенную на рисунке 3.

7.6.1.1 В диалоговом режиме выбрать ИК силы.

7.6.1.2 С помощью силовой арматуры соединить последовательно эталонный датчик силоизмерительный тензорезисторный и датчик силоизмерительный тензорезисторный ИК.

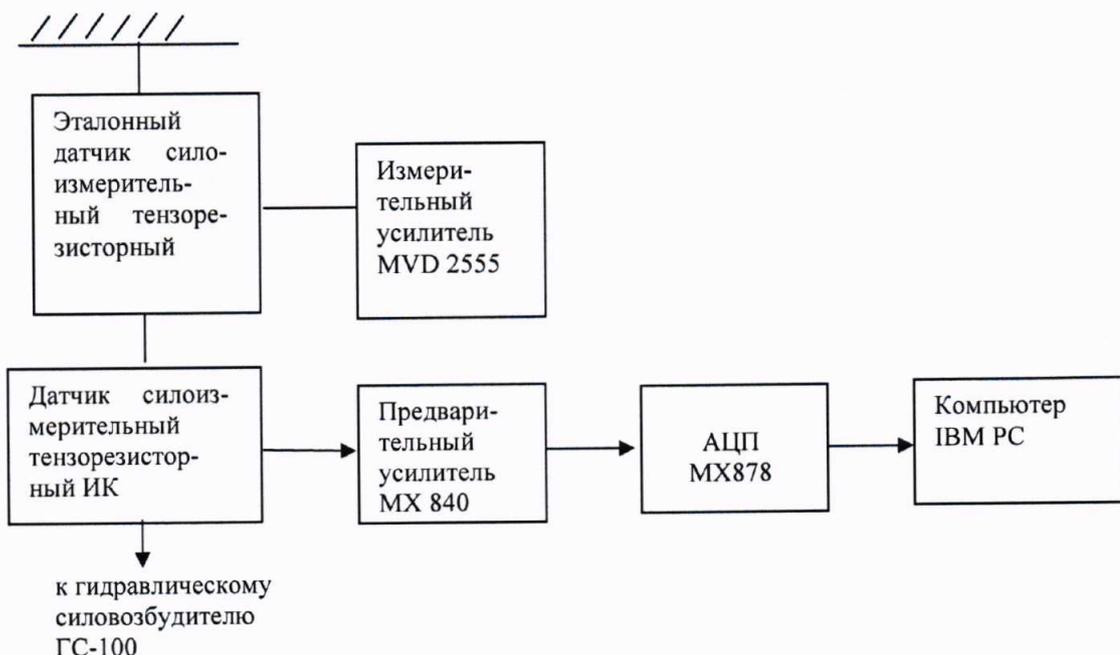


Рисунок 3 – Схема поверки ИК силы

7.6.1.3 Устанавливать с помощью гидравлического силового двигателя по дисплею усилителя следующие значения силы:

- 2,5, 3, 5, 8, 12,5 кН – для ИК диапазона 2,5 – 12,5 кН;
- 2,5, 5, 10, 15, 25 кН – для ИК диапазона 2,5 – 25 кН;
- 5, 10, 20, 35, 50 кН – для ИК диапазона 5 – 50 кН;
- 10, 30, 60, 90, 125 кН – для ИК диапазона 10 – 125 кН;
- 25, 50, 100, 200, 300 кН – для ИК диапазона 25 – 300 кН.

Примечание – В зависимости от измеряемых значений использовать эталонный датчик силоизмерительные тензорезисторные с диапазонами измерений от 2,5 до 25 кН или от 25 до 300 кН.

7.6.1.7 Результаты измерений фиксировать при прямом и обратном нагружении поверяемого рабочего датчика силоизмерительного тензорезисторного. Образец протокола поверки ИК силы приведен в Приложении В.

7.6.1.4 Рассчитать относительную погрешность ИК силы по формуле (3):

$$\delta = \frac{\Delta}{F_{\text{эт}}} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где  $\Delta$  – максимальная абсолютная погрешность ИК силы, равная  $F_{\text{эт}}$  -  $F_{\text{изм}}$  и выбранная из двух значений (при прямом и обратном ходе);

$F_{\text{эт}}$  - значение силы по показаниям на дисплее усилителя MDV 2555;

$F_{\text{изм}}$  – значение силы по показаниям монитора компьютера.

7.6.1.5 Рассчитать относительную погрешность рабочего датчика силоизмерительного тензорезисторного, возникающую вследствие гистерезиса по формуле (4):

$$\delta_{\text{г}} = \frac{F_{\text{н}} - F_{\text{в}}}{F_{\text{эт}}} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где  $F_{\text{н}}$  - значение силы при прямом нагружении;

$F_{\text{в}}$  – значение силы при обратном нагружении.

7.6.1.6 Рассчитать суммарную погрешность по формуле (5):

$$\delta_{\Sigma} = \delta + \delta_{\text{г}} \quad (5)$$

7.6.1.8 Результаты поверки считать положительным, если суммарное значение относительной погрешности ИК силы находится в допустимых пределах  $\pm 3\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.6.2 Допускается поверка отдельных ИК силы и сокращение количества измеряемых величин, путем исключения из числа поверяемых одного или нескольких ИК силы с обязательным указанием этого в свидетельстве о поверке.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.6 Результаты поверки оформляются протоколами (Приложения А, Б, В).

8.7 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке.

8.8 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности с указанием причин забракования и ИС направляется в ремонт.

Руководитель отд. 201  
ФГУП «ВНИИМС»



И.М.Каширкина

Ведущий инженер отд. 201  
ФГУП «ВНИИМС»



С.Н. Чурилов

Приложение А  
(рекомендуемое)

Протокол поверки ИК температуры системы  
измерительной СТПИ-1

1. Дата поверки ...
2. Средства поверки:  
Средства поверки приведены в таблице 1

Таблица 1

Наименование, зав.№	Диапазон измере- ний	Разряд по ГОСТ Р 8.558-2009

3. Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С.....

Относительная влажность воздуха, %.....

Атмосферное давление, кПа (мм рт ст).....

4. Методика поверки

В соответствии с методикой СТПИ-1.МП

5. Результаты экспериментальных исследований

5.1 Результаты внешнего осмотра

5.2 Результаты опробования

5.3 Результаты метрологических исследований

5.3.1 Отклонение НСХ термопар от нормированных в ГОСТ Р 8.585 при-  
ведены в таблице 2

Таблица 2

Температура, °С	Измеренное значение ТЭДС, мВ	Отклонение от НСХ, °С
50		
200		
400		
600 (500)		
1000		
1200		

5.3.2 Погрешности электрической части ИК температуры приведены в  
таблице 3.

Таблица 3

Температура, °С	Измеренное значение температуры, °С	Абсолютная погрешность, °С
50		
200		
400		
600 (500)		
1000		
1200		

5.3.3 Значения суммарных погрешностей приведены в таблице 4

Таблица 4

Температура, °С	Отклонение от НСХ термопары, °С	Абсолютная погрешность ИК, °С	Суммарная погрешность, °С
50			
200			
400			
600			
1000			
1200			

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Протокол поверки ИК линейных перемещений  
системы измерительной СТПИ-1

1. Дата поверки ...
2. Средства поверки:  
Средства поверки приведены в таблице 1

Таблица 1

Наименование, зав.№	Диапазон измере- ний	Разряд по ГОСТ Р 8.763-2011

3. Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С.....

Относительная влажность воздуха, %.....

Атмосферное давление, кПа (мм рт ст).....

4. Методика поверки

В соответствии с методикой СТПИ-1.МП

5. Результаты экспериментальных исследований

5.1 Результаты внешнего осмотра

5.2 Результаты метрологических исследований

5.3 Результат поверки считать удовлетворительным, если суммарная абсолютная погрешность ИК находится в пределах, указанных в таблице 2

Таблица 2

Размер концевых мер длины, мм	Показания, считанные с компьютера, мм	Абсолютная погрешность ИК, мм	Допускаемое значение погрешности измерений, мм
0,5			±0,5
20			
40			
60			
80			
100			

Приложение В  
(рекомендуемое)

Протокол поверки ИК силы  
системы измерительной СТПИ-1

1. Дата поверки ...
2. Средства поверки:  
Средства поверки приведены в таблице 1

Таблица 1

Наименование, зав.№	Диапазон измере- ний	Погрешность

3. Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С.....

Относительная влажность воздуха, %.....

Атмосферное давление, кПа (мм рт ст).....

4. Методика поверки

В соответствии с методикой СТПИ-1.МП

5. Результаты экспериментальных исследований

5.1 Результаты внешнего осмотра

5.2 Результаты опробования

5.3 Результат поверки считать удовлетворительным, если суммарная

относительная погрешность ИК находится в пределах, указанных в таблице 2, 3

Таблица 2

Значение силы на дисплее MDV 2555, кН	Значение силы на мониторе компью- тера, кН		Относи- тельная погреш- ность ИК силы, %	Относи- тельная погреш- ность ИК силы от гистерези- са, %	Суммар- ная отно- сительная погреш- ность ИК силы, %	Допускаемое значение по- грешности ИК силы, %
	прямой ход	обрат- ный ход				
2,5						±3,0
5,0						
10,0						
15,0						
25,0						

Таблица 3

Значение силы на дисплее MDV 2555, кН	Значение силы на мониторе компьютера, кН		Относительная погрешность ИК силы, %	Относительная погрешность ИК силы от гистерезиса, %	Суммарная относительная погрешность ИК силы, %	Допускаемое значение погрешности ИК силы, %
	прямой ход	обратный ход				
25						±3,0
50						
100						
200						
300						