

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
(РОССТАНДАРТ)

**Федеральное государственное унитарное предприятие**  
**«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»**  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии –  
филиал Федерального государственного унитарного предприятия  
**«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»**  
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Соби́на



«30» июля 2024 г.

**«ГСИ. Система управления технологическим процессом испытания  
ракетных двигателей малой тяги автоматизированная АСУТП 101.**

**Методика поверки»**

МП 83-26-2023

Екатеринбург

2024

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Разработана:** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»), г. Екатеринбург

**Исполнители:** Ахмеев А.А., Оглобличева Е.С. (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

**Согласована** директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в 2024 г.

**Введена впервые**

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	5
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	7
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	7
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	8
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	9
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	10
9.1 Подготовка к поверке.....	10
9.2 Контроль условий проведения поверки .....	10
9.3 Опробование средства измерений .....	10
10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	10
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	11
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	12
Приложение А (обязательное) Подтверждаемые метрологические требования.....	13

Государственная система обеспечения единства измерений. Система управления технологическим процессом испытания ракетных двигателей малой тяги автоматизированная АСУТП 101. Методика поверки	МП 83-26-2023
--	---------------

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на систему управления технологическим процессом испытания ракетных двигателей малой тяги автоматизированную АСУТП 101, заводской номер 02, (далее – система), изготовленная Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «НИИМаш»), г. Нижняя Салда. Поверка системы должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость системы к:

- к государственному первичному эталону единицы постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы (ГЭТ 13-2023) в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 28 июля 2023 г. № 1520;

- к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-94) в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 01 октября 2018 г. № 2091.

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для системы управления технологическим процессом испытания ракетных двигателей малой тяги автоматизированной АСУТП 101, используемых в качестве средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минтруда России от 15 декабря 2020 г. № 903н	«Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 28 июля 2023 г. № 1520	«Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 01 октября 2018 г. № 2091	«Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.019-80	ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

*Примечание* – При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год.

Если ссылочный документ заменен, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверок системы должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки для исполнения при:		Номер пункта (раздела) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений:			
- Подготовка к поверке	да	да	9.1
- Контроль условий проведения поверки	да	да	9.2
- Опробование средства измерений	да	да	9.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

3.2 На основании письменного заявления владельца системы или лица, представившего систему на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов (ИК) или для меньшего числа измеряемых величин, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов согласно разделу 12 настоящей методики поверки.

3.3 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверки прекращается, ИК, в котором обнаружено несоответствие, бракуется и выполняются операции по разделу 12 настоящей методики поверки.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

5.1 К проведению работ по поверке системы допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителей средств измерений электротехнических (электрических) величин, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации поверяемого средства измерений и средств поверки.

5.2 Поверитель должен иметь действующее удостоверение о проверке знаний правил работы в электроустановках, подтверждающее право работы в электроустановках до 1000 В, с группой по электробезопасности не ниже III.

## 6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки системы применяют средства поверки согласно таблице 2.

Таблица 2 – Перечень рекомендуемых средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.2 Контроль условий проведения поверки	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 2 %</p>	Термогигрометр ИВА-6, мод. ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Рабочие эталоны единицы силы постоянного электрического тока не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091</p> <p>диапазон воспроизведений силы постоянного тока (0 – 20) мА, погрешность <math>\pm (0,025 \% \cdot X + 0,015 \% \cdot S)</math>, где X – значение воспроизводимой величины, S – значение диапазона воспроизведения</p>	Калибратор электрических сигналов СА, мод. СА 100, рег. № 19612-03
	<p>Рабочие эталоны единицы постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы не ниже 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520</p> <p>диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока (0 – 10) В, погрешность <math>\pm (0,02 \% \cdot X + 0,005 \% \cdot S)</math>, где X – значение воспроизводимой величины, S – значение диапазона воспроизведения</p>	Калибратор электрических сигналов СА, мод. СА 100, рег. № 19612-03

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

6.3 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.



## **7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

7.1 При выполнении измерений должны быть соблюдены требования Приказа Минтруда России от 15.12.2020 № 903н, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, а также требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на поверяемое средство измерения и средства поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки средства измерений, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно быть произведено ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

## **8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие системы следующим требованиям:

- внешний вид системы должен соответствовать сведениям, приведенным в описании типа;
- комплектность системы должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- маркировка, функциональные надписи, заводской номер системы должны читаться и восприниматься однозначно, а также соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- контактные зажимы и выводы не должны иметь видимых механических повреждений, а также других дефектов, влияющих на работоспособность и безопасность эксплуатации средства измерений;
- электрические провода и кабели не должны иметь обрывов и видимых нарушений (дефектов) изоляции, а также следов термического воздействия.

8.2 Система считается выдержавшей внешний осмотр, если она соответствует приведенным в п.8.1 требованиям.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Перед проведением поверки средства поверки должны быть выдержаны в условиях, указанных в пункте 4.1, не менее 2 часов.

9.1.2 Система и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

### 9.2 Контроль условий проведения поверки

9.2.1 Провести контроль условий проведения поверки с помощью термогигрометра, указанного в таблице 2, в соответствии с пунктом 4.1.

9.2.2 В случае нахождения контролируемых показателей микроклимата в пределах допуска, можно приступить к следующему пункту методики поверки. В противном случае следует предпринять мероприятия по приведению контролируемых параметров к требуемым значениям и после этого продолжить поверку.

### 9.3 Опробование средства измерений

9.3.1 Опробование проводят в соответствии с руководством по эксплуатации на систему. При опробовании проверяется отображение результатов измерений в режиме реального времени.

9.3.2 Результаты опробования считают положительными, если на экране компьютера (на пульте управления) отображаются текущие значения сигналов.

## 10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Для проверки номера версии ПО открыть программный комплекс «Система управления технологическими процессами «МАИС» и просмотреть сведения о ПО.

10.2 Результаты проверки идентификационных данных ПО системы считают положительными, если номер версии ПО соответствует значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные встроенного программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	oprosk2r.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.01.xx
Цифровой идентификатор ПО	–

## 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение погрешности преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК проводят для каждого ИК системы во всех поверяемых точках.

11.2 На калибраторе выставить значение электрического сигнала:

- 4 мА для ИК с диапазоном изменений электрического сигнала от 4 до 20 мА;

- 0 мА для ИК с диапазоном изменений электрического сигнала от 0 до 20 мА;

- минус 10 В для ИК с диапазоном изменений электрического сигнала от минус 10 до плюс 10 В.

Подать сигнал в виде постоянного тока  $I_{Эj}$ , мА (постоянного напряжения  $U_{Эj}$ , В) на соответствующие клеммы стенда системы (входной сигнал ИК).

Считать значение выходного сигнала  $T_j$  ( $Y_j$ ) с экрана компьютера (на пульте управления).

11.3 Повторить измерения для значений электрического сигнала:

- 12 и 20 мА с диапазоном изменений электрического сигнала от 4 до 20 мА;

- 12 и 20 мА с диапазоном изменений электрического сигнала от 0 до 20 мА;

- 0 и плюс 10 В с диапазоном изменений электрического сигнала от минус 10 до плюс 10 В.

11.4 Рассчитать абсолютную погрешность преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК  $\Delta_j$ , °С, по формуле

$$\Delta_j = T_j - T_{Эj}, \quad (1)$$

где  $T_j$  – значение температуры, °С, считанное с экрана компьютера (на пульте управления).

$T_{Эj}$  – значение температуры, °С, соответствующее установленному на калибраторе значению постоянного тока  $I_{Эj}$ , мА.

11.5 Рассчитать приведенную погрешность преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК  $\gamma_j$ , %, по формуле

$$\gamma_j = \frac{Y_j - Y_{Эj}}{D_j} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $Y_j$  – значение технологического параметра, считанное с экрана компьютера (на пульте управления).

$Y_{Эj}$  – значение технологического параметра, соответствующее установленному на калибраторе значению постоянного тока  $I_{Эj}$ , мА (постоянного напряжения  $U_{Эj}$ , В),

$D_j$  – верхний предел диапазона преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК.

11.5 Результаты проверки считают положительными, если полученные значения погрешностей находятся в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки систему признают пригодной к применению (в части ИК, прошедших поверку с положительным результатом). Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки в части ИК, в которых обнаружено несоответствие, систему признают непригодной к применению.

12.4 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки (перечень ИК системы, прошедших поверку, с указанием номеров стенда, контроллера, модуля и ИК, типов ПИП, диапазонов изменений электрического сигнала ИК, диапазонов преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК).

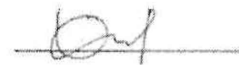
Разработчики:

Заведующий отделом 26  
УНИИМ – филиал ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.А. Ахмеев

Ведущий инженер отдела 26  
УНИИМ – филиал ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.С. Оглобличева

## Приложение А

(обязательное)

## Подтверждаемые метрологические требования

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Тип ПИП	Диапазон измерений электрического сигнала ИК	Диапазон преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК	Пределы допускаемой погрешности преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК
термопара ТХК	от 4 до 20 мА	от -50 °С до 100 °С	$\Delta = \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$
термопара ТХК	от 4 до 20 мА	от 0 °С до 600 °С	$\Delta = \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$
термопара ТХА	от 4 до 20 мА	от 0 °С до 1200 °С	$\Delta = \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$
термопара ТВР	от 4 до 20 мА	от 0 °С до 1750 °С	$\Delta = \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
термосопротивление ТМ-119	от 4 до 20 мА	от -50 °С до +100 °С	$\Delta = \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
термосопротивление ТЭМ-006	от 4 до 20 мА	от -50 °С до +200 °С	$\Delta = \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
датчик давления индуктивный, ДДИ-21	от -10 до +10 В	от 0 до 20 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 1 \text{ } \%$
датчик давления индуктивный ДДИ-20	от -10 до +10 В	от 0 до 30 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 1 \text{ } \%$
преобразователь давления Пирани	от 4 до 20 мА	от 0 до 2000 Па	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APR-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 163,2 гс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APR-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 254,93 гс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APR-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 407,9 гс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APR-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 16 кПа	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APR-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 25 кПа	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APC-200, APC-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 10 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APC-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 30 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APC-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 50 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APC-200	от 4 до 20 мА	от 0 до 61,2 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$
преобразователь давления APC-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 150 мм рт.ст.	$\gamma = \pm 0,5 \text{ } \%$

Тип ПИП	Диапазон измерений электрического сигнала ИК	Диапазон преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК	Пределы допускаемой погрешности преобразований электрического сигнала в технологический параметр ИК
преобразователь давления АРС-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 187,5 мм рт.ст.	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления АРС-2000	от 4 до 20 мА	от 0 до 780 мм рт.ст.	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 10 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 20 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 25,5 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 61,2 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 612 кгс/см <sup>2</sup>	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 187,5 мм рт.ст.	$\gamma = \pm 0,5 \%$
преобразователь давления РС-28	от 4 до 20 мА	от 0 до 100 кПа	$\gamma = \pm 0,5 \%$
датчик расхода KROHNE Optimass	от 4 до 20 мА	от 0 до 97,22 г/с	$\gamma = \pm 0,1 \%$
датчик расхода KROHNE Optimass	от 4 до 20 мА	от 0 до 125 г/с	$\gamma = \pm 0,1 \%$
шунт (ток клапана, ток агрегата зажигания)	от 0 до 20 мА	от 0 до 1,1 А	$\gamma = \pm 0,5 \%$
шунт (ток сигнализатора давления)	от 0 до 20 мА	от 0 до 165 мА	$\gamma = \pm 0,5 \%$
шунт (напряжение блока питания)	от 0 до 20 мА	от 0 до 60 В	$\gamma = \pm 0,5 \%$
шунт (напряжение клапана, напряжение управляющего клапана)	от -10 до +10 В	от -90 до +90 В	$\gamma = \pm 0,5 \%$