

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«15» 03 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОНТРОЛЛЕРЫ JNJVS6800

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-16-2024

г. Москва
2024 г.

Общие сведения

Настоящая методика распространяется на контроллеры JNJVS6800 (далее – контроллеры)) изготавливаемые «Shanghai Goldfund Measurement and Control System Co., Ltd.», Китай и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Контроллеры JNJVS6800 предназначены для измерений аналоговых сигналов, поступающих от датчиков, преобразования их в значения параметров вибрации (виброускорения, виброскорости, виброперемещения), температуры и частоту вращения.

Принцип действия контроллеров основан на измерении и обработке сигналов, поступающих от датчиков и сравнении полученных значений с установленными уровнями срабатывания (уставками).

Контроллеры состоят из:

- шасси 6800/05, предназначенного для обеспечения работы всех установленных в контроллер модулей;
- модуля питания 6800/15, предназначенного для питания контроллера;
- модуля связи 6800/22, предназначенного для обеспечения сопряжения контроллера с другими внешними устройствами и передачи сигналов измерительной информации внешним потребителям. Модули имеют выходы с цифровыми интерфейсами Ethernet и 485;
- измерительных модулей 6800/42, предназначенных для измерений выходных сигналов датчиков вибрации и имеющих 4 входных измерительных канала;
- измерительных модулей 6800/12 предназначенных для измерений выходных сигналов от датчиков температуры (термопреобразователей сопротивления (ТС) с номинальной статической характеристикой (НСХ) преобразования типа «Pt100» по ГОСТ 6651-2009) и имеющих 10 входных измерительных каналов;
- измерительных модулей 6800/50JX предназначенных для измерения выходных сигналов от датчиков частоты вращения и имеющих 4 входных измерительных канала;
- измерительных модулей 6800/56 предназначенных для измерения выходных сигналов от датчиков перемещения и имеющих 4 входных измерительных канала.

На одно шасси 6800/05 может быть установлено до 10 измерительных модулей.

Измерительные модули представляют собой автономный электронный блок с клеммником для подключения выходных сигналов от датчиков на задней стороне модуля.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772, Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456 и Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к ГЭТ 89-2008 Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц согласно Приказа Росстандарта №1706 от 18.08.2023 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц»;
- к ГЭТ 13-2023 Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения согласно Приказа Росстандарта № 1520 28.07.2023 «Об утверждении

государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в Приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки меньшего количества измерительных каналов для меньшего числа измеряемых величин.

1. Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок контроллеров JNJVS6700M выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела МП
	первичной поверке	периодической поверки	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	нет	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	да	да	9
Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений параметров вибрации для модуля 6800/42	да	да	9.1
Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/42	да	да	9.2
Определение допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте) для модуля 6800/12	да	да	9.3
Определение приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/12	да	да	9.4
Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения для модуля 6800/50JX	да	да	9.5
Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/50JX	да	да	9.6
Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений перемещения для модуля 6800/56	да	да	9.7

Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/56	да	да	9.8
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	да	да	9.9

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %.

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый контроллер должны иметь защитное заземление.

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1. К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на контроллеры и данной методикой поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7.3	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
9.1-9.2 9.5-9.8	РЭ единиц времени и частоты 5 разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 г. (в диапазоне в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $3,3 \cdot 10^{11}$ Гц) РЭ переменного напряжения 2 разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360 (рег. № 45344-10) Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

	№ 1706 от 18.08.2023 г. (в диапазоне от $3 \cdot 10^{-6}$ В до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до 10 МГц) Эталон 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 01.10.2018 г. (в диапазоне измерений от 0 до 20 мА с погрешность не более 0,01 %)	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 (рег. № 52221-12)
9.3-9.4	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13)
Примечания: 1) Все средства поверки должны быть поверены (запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) или аттестованы; 2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.2. При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по безопасности эксплуатации эталонов, средств измерений и оборудования, изложенными в паспортах и руководствах по эксплуатации.

6. Внешний осмотр средства измерений

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, контроллер считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверяют работоспособность контроллера в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

7.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ST Link
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 5.0

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений параметров вибрации для модуля 6800/42.

Контроллер JNJVS6800 подключить к персональному компьютеру с установленным на него программным обеспечением.

Для каждого из каналов установить коэффициент преобразования измерительного канала, равный $10 \text{ мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$ - при проверке измерений виброускорения ($7,87 \text{ мВ/мкм}$ – при проверке измерений виброперемещения, $10 \text{ мВ/мм} \cdot \text{с}^{-1}$ – при проверке измерений виброскорости).

Подключить выход генератора к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Контролируя выходной сигнал генератора при помощи эталонного вольтметра, воспроизвести переменное напряжение синусоидальной формы равное 0,1; 1; 2,5; 4; 5 В поочередно при значении частоты сигнала генератора 5; 500; 1000; 2500 и 5000 Гц. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений параметров вибрации для каждой испытываемой точки по формуле (1):

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – показания испытываемого контроллера;

X_3 – заданное значение параметра вибрации, определяемое по формуле (2):

$$X_3 = \frac{U}{K_n}, \text{ м/с}^2 \text{ (мм/с или мкм)} \quad (2)$$

где: U – воспроизводимое генератором значение напряжения;

K_n – коэффициент преобразования измерительного канала.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если полученные значения основной относительной погрешности измерений параметров вибрации не превышают $\pm 5 \%$.

9.2 Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/42.

Используя результаты, полученные в п. 9.1, рассчитать значения относительной погрешности формирования выходного сигнала по формуле (3):

$$\delta = \frac{I_{\text{изм}} - I_3}{I_3} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – значение тока, измеренное мультиметром на выходе канала;

I_3 – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного генератором и рассчитанное по формуле (4):

$$I_3 = I_{min} + \frac{X_{изм} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot (I_{max} - I_{min}), \text{ мА} \quad (4)$$

где: $X_{изм}$ – измеренное значение виброхарактеристики (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля;

X_{min} , X_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений виброхарактеристики (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля;

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения относительной погрешности формирования выходного сигнала не превышают $\pm 5\%$.

9.3 Определение допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте) для модуля 6800/12.

Контроллер JNJS6800 подключить к персональному компьютеру с установленным на него программным обеспечением.

В соответствии с руководством по эксплуатации подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 к соответствующим клеммам модуля 6800/12 и установить значение воспроизводимого сопротивления, соответствующее значению температуры $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в соответствии с ГОСТ 6651-2009).

После снятия показаний рассчитать основную абсолютную погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте) для каждой испытываемой точки по формуле (5):

$$\Delta = t_{изм} - t_3, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

где: t_3 – значение сигнала, воспроизводимого эталонным прибором в температурном эквиваленте;

$t_{изм}$ – показания испытываемого контроллера.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения основной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте) в каждой контрольной точке не превышают $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.4 Определение приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/12.

Используя результаты, полученные в п. 9.3, рассчитать значения приведенной погрешности формирования выходного сигнала для каждой контрольной точки по формуле (6):

$$\gamma = \frac{I_{изм} - I_{вых}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где: $I_{изм}$ – значение тока, измеренное мультиметром на выходе канала;

$I_{вых}$ – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного BEAMEX MC6 и рассчитанное по формуле (7);

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока, мА.

$$I_3 = I_{min} + \frac{t_{изм} - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} \cdot (I_{max} - I_{min}), \text{ мА} \quad (7)$$

где: t_{\min} , t_{\max} – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений температуры, °С.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения приведенной погрешности формирования выходного сигнала в каждой контрольной точке не превышают $\pm 10\%$.

9.5 Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения для модуля 6800/50JX.

Контроллер JNJVS6800 подключить к персональному компьютеру с установленным на него программным обеспечением.

Подключить выход генератора к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Воспроизвести последовательность прямоугольных импульсов амплитудой 5 В поочередно при значении частоты сигнала генератора, соответствующих значениям 5; 100; 1000; 50 000 и 100 000 об/мин. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений частоты вращения для каждой испытываемой точки по формуле (8):

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – показания испытываемого контроллера.

X_3 – заданное значение частоты вращения, определяемое по формуле (9):

$$X_3 = f \cdot 60, \text{ об/мин} \quad (9)$$

где: f – значение частоты следования прямоугольных импульсов.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения основной относительной погрешности измерений частоты вращения не превышают $\pm 0,1\%$.

9.6 Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/50JX.

Используя результаты, полученные в п. 9.5, рассчитать значения относительной погрешности формирования выходного сигнала по формуле (10):

$$\delta = \frac{I_{\text{изм}} - I_3}{I_3} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – значение тока, измеренное мультиметром на выходе канала;

I_3 – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного генератором и рассчитанное по формуле (11).

$$I_3 = I_{\min} + \frac{X_{\text{изм}} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot (I_{\max} - I_{\min}), \text{ мА} \quad (11)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты вращения;

X_{\min} , X_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений частоты вращения.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения относительной погрешности формирования выходного сигнала не превышают $\pm 5\%$.

9.7. Определение основной относительной погрешности измерений перемещения для модуля 6800/56.

Для каждого из каналов установить коэффициент преобразования измерительного канала, равный 7,87 мВ/мкм.

Подключить выход калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Контролируя выходной сигнал калибратора при помощи эталонного вольтметра, воспроизвести постоянное напряжение, равное -0,6; -1; -5; -10; -15 и -22 В. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений перемещения для каждой испытываемой точки по формуле (12):

$$\delta = \frac{X_{изм} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (12)$$

где: $X_{изм}$ – показания испытываемого контроллера;

X_3 – заданное значение перемещения, определяемое по формуле (13):

$$X_3 = \frac{U}{K_n}, \text{ (мкм)} \quad (13)$$

где: U – воспроизводимое калибратором значение напряжения;

K_n – коэффициент преобразования измерительного канала.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения основной относительной погрешности измерений параметров вибрации не превышают $\pm 5\%$.

9.8. Определение относительной погрешности формирования выходного сигнала для модуля 6800/56.

Используя результаты, полученные в п. 9.7, рассчитать значения относительной погрешности формирования выходного сигнала по формуле (14):

$$\delta = \frac{I_{изм} - I_3}{I_3} \cdot 100, \% \quad (14)$$

где: $I_{изм}$ – значение тока, измеренное мультиметром на выходе канала;

I_3 – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного калибратором и рассчитанное по формуле (15):

$$I_3 = I_{min} + \frac{X_{изм} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot (I_{max} - I_{min}), \text{ мА} \quad (15)$$

где: X_{min} – минимальное значение диапазона измерений перемещения;

X_{min}, X_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений перемещения.

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если полученные значения относительной погрешности формирования выходного сигнала не превышают $\pm 5\%$.

9.9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Контроллер считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Контроллер, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению.

Результаты поверки контроллера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на контроллер оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. Протокол поверки оформляется в произвольном виде.

Начальник отдела 204



А.Г. Волченко

Начальник отдела 207



А.А. Игнатов

Метрологические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики контроллеров JNJS6800

Наименование характеристики	Значение
Модуль 6800/42	
Диапазон измерений виброускорения, м/с^2	от 10 до 5000
Диапазон измерений виброскорости, мм/с	от 10 до 1250
Диапазон измерений виброперемещения, мкм	от 50 до 635
Диапазон входного напряжения, В	от -5 до +5
Диапазон изменений коэффициента преобразования измерительного канала измерений виброускорения, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$	от 1 до 500
Диапазон изменений коэффициента преобразования измерительного канала измерений виброскорости, $\text{мВ/мм} \cdot \text{с}^{-1}$	от 4 до 100
Диапазон изменений коэффициента преобразования измерительного канала измерений виброперемещения, мВ/мкм	от 7,87 до 10
Диапазон рабочих частот, Гц	от 5 до 5000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброскорость, виброперемещение), %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброскорость, виброперемещение), вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, $\text{%/}^\circ\text{C}$	$\pm 0,01$
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности формирования выходного сигнала, %	± 5
Модуль 6800/12	
Диапазон измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте), $^\circ\text{C}$	от -55 до +150
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте), $^\circ\text{C}$	± 2
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС (в температурном эквиваленте) при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, $^\circ\text{C/1 } ^\circ\text{C}$	$\pm 0,01$
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала (от диапазона выходного сигнала), %	± 10
Модуль 6800/50JX	
Диапазоны измерений частоты вращения, об/мин	от 5 до 100 000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты вращения, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений частоты вращения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, $\text{%/}^\circ\text{C}$	$\pm 0,01$

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности формирования выходного сигнала, %	± 5
Модуль 6800/56	
Диапазон измерений перемещения, мкм	от 500 до 13000
Коэффициенты преобразования измерительного канала измерений перемещения, мВ/мкм	от 0,787 до 10
Диапазон входного напряжения, В	от -22 до -0,6
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений перемещения, %	± 5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений перемещения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°C	$\pm 0,01$
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности формирования выходного сигнала, %	± 5