

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Преобразователи измерительные модульные ИПМ 0399

#### Назначение средства измерений

Преобразователи измерительные модульные ИПМ 0399 (далее по тексту – ИПМ или приборы) предназначены для измерений и преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009, преобразователей термоэлектрических (ТП) по ГОСТ Р 8.585-2001, преобразователей с унифицированными выходными сигналами в унифицированные сигналы постоянного тока  $0\div 5$  мА,  $0\div 20$  мА или  $4\div 20$  мА по ГОСТ 26.011-80 и (или) в цифровые сигналы HART-протокола.

#### Описание средства измерений

Принцип действия приборов основан на измерении и преобразовании сигналов от первичных датчиков в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, либо с наложенным на него цифровым частотно-модулированным сигналом в стандарте HART. Сигнал с подключенного датчика поступает на вход ИПМ, где преобразуется с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) в дискретный сигнал. Дискретный сигнал обрабатывается с помощью микропроцессорного модуля прибора и поступает на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), где происходит преобразование в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока, на который, при наличии у ИПМ частотного модулятора, может накладываться сигнал HART-протокола. Микропроцессорный модуль обеспечивает управление всеми схемами прибора и осуществляет информационную связь с компьютером через последовательный интерфейс и другими изделиями.

ИПМ являются микропроцессорными переконфигурируемыми (потребителем) приборами с индикацией текущих значений преобразуемых величин (ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3) и предназначены для функционирования как в автономном режиме, так и с помощью внешнего программного обеспечения (ПО). Связь прибора с компьютером осуществляется по интерфейсу RS-232 или RS-485.

ИПМ выпускаются в следующих основных модификациях: ИПМ 0399/М0, ИПМ 0399/М0-Н, ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3, различающихся по конструктивному исполнению и по техническим и метрологическим характеристикам. Модификации ИПМ имеют следующие исполнения: общепромышленное (ИПМ 0399/М0, ИПМ 0399/М0-Н, ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3), общепромышленное повышенной надежности (ИПМ 0399/М3М), взрывозащищенное (ИПМ 0399Ех/М0, ИПМ 0399Ех/М0-Н, ИПМ 0399Ех/М3), повышенной надежности для эксплуатации на объектах АС и ОЯТЦ (ИПМ 0399А/М0-Н, ИПМ 0399/М3А), повышенной надежности взрывозащищенное для эксплуатации на объектах АС и ОЯТЦ (ИПМ 0399АЕх/М0-Н, ИПМ 0399/М3АЕх).

Приборы модификации ИПМ 0399/М0-Н с HART-протоколом передают информацию об измеряемой величине в цифровом виде по двухпроводной линии связи вместе с сигналом постоянного тока 4-20 мА, не оказывая на него влияния. Цифровой выход используется для связи прибора с портативным HART-коммуникатором или с компьютером через последовательный интерфейс и дополнительный HART-модем. На экране монитора компьютера и на встроенном дисплее приборов модификаций ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3 отображаются результаты измерений в цифровом виде, а также сведения о режиме работы ИПМ. В зависимости от значения измеренного сигнала прибор может осуществлять регулирование значения физической величины за счет управления различными исполнительными устройствами.

Приборы ИПМ 0399/М3 также имеют встроенные блоки питания (24 или 36 В) для питания первичных преобразователей с унифицированными выходными сигналами.

В соответствии с ГОСТ 13384-93 ИПМ являются:

- по числу преобразуемых входных сигналов: одноканальными;
- по числу выходных сигналов:
  - ИПМ 0399/М0: одноканальными;
  - ИПМ 0399/М0-Н: двухканальными (унифицированный токовый сигнал и сигнал HART-протокола);
  - ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3: двухканальными с индикацией текущих значений измеряемых величин, числовых и символьных значений программируемых параметров конфигурации;
- по зависимости выходного сигнала от входного: с линейной зависимостью для входных сигналов от ТС, ТП и с линейной зависимостью или с функцией извлечения квадратного корня для унифицированного входного сигнала;
- по связи между входными и выходными цепями: без гальванической связи;
- по связи между выходными цепями ИПМ 0399/М2, ИПМ 0399/М3: без гальванической связи.

Фотографии общего вида приборов представлены на рисунке 1.



Рис. 1

## Программное обеспечение

В ИПМ предусмотрено внутреннее и внешнее программное обеспечение (ПО).

Внутреннее ПО состоит только из встроенной в микропроцессорный модуль ИПМ метрологически значимой части ПО. Внутреннее ПО является фиксированным, незагружаемым и может быть изменено только на предприятии-изготовителе.

Уровень защиты внутреннего ПО от преднамеренного и непреднамеренного доступа соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010. Не требуется специальных средств защиты, исключающих возможность несанкционированной модификации, обновления (загрузки), удаления и иных преднамеренных изменений метрологически значимой встроенной части ПО СИ и измеренных данных.

Внешнее ПО, предназначенное для взаимодействия ИПМ с компьютером, не оказывает влияния на метрологические характеристики ИПМ. Внешнее ПО служит для конфигурирования, подстройки и получения данных измерения в процессе эксплуатации ИПМ. Конфигурирование включает разрешение программирования уставок, установку типа первичного преобразователя, установку нижнего и верхнего пределов диапазона преобразования входного и выходного унифицированного сигнала, возможность установки функции извлечения квадратного корня, установку количества измерений для усреднения, задание сетевого адреса и установку пароля. ПО также предусматривает возможность выдачи текстовых сообщений о состоянии ИПМ и возникающих в процессе его работы ошибках и способах их устранения.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1:

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Программное обеспечение «Настройка приборов серии ИРТ 5900 и ИПМ 0399» (для ИПМ 0399/М2)	Irt 5900. insntall.exe	3.04	5A29DE31	CRC-16
Программа настройки приборов серии ИПМ 0399/М3	Ipm0399m3_install.exe	1.10	5E40AED7	CRC-32
Программа настройки приборов серии ИПМ 0399/М0	399M0_m3_0304_rus.exe	2.0.3.52	B4E00BF9	CRC-32
Программное обеспечение HARTconfig (ИПМ 0399/М0-Н)	Setup_HARTconfig_ver12.3.3.exe	12.0 (3.3)	91BAEF82	CRC-32

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Основные метрологические характеристики ИПМ 0399/М0, ИПМ 0399/М0-Н

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma$ , % <sup>(****)</sup> , для индекса заказа		Тип первичного преобразователя
	А	В	
минус 50...плюс 200 °С	$\pm[0,15/T_N \times 100 + 0,05]$	$\pm[0,3/T_N \times 100 + 0,1]$	50М, 53М, 50П
минус 50...плюс 200 °С	$\pm[0,10/T_N \times 100 + 0,05]$	$\pm[0,2/T_N \times 100 + 0,1]$	100М, 100П, Pt100
минус 50...плюс 600 °С (минус 200...плюс 600 °С) <sup>(*)</sup>	$\pm[0,22/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[0,45/T_N \times 100 + 0,15]$	50П, 100П, Pt100
минус 50...плюс 1100 °С	$\pm[0,75/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[1,5/T_N \times 100 + 0,15]$	ТЖК(Ј)
минус 50... плюс 600 °С	$\pm[0,75/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[1,5/T_N \times 100 + 0,15]$	ТХК(Л)
минус 50...плюс 1300 °С	$\pm[0,75/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[1,5/T_N \times 100 + 0,15]$	ТХА(К), ТНН (N)
0...плюс 1700 °С	$\pm[1,50/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[3,0/T_N \times 100 + 0,15]$	ТПП(S)
плюс 300...плюс 1800 °С			ТПР(В)
0...плюс 2500 °С	$\pm[3,0/T_N \times 100 + 0,075]$	$\pm[5,0/T_N \times 100 + 0,15]$	ТВР(А-1)
(-100...100 мВ) <sup>(**)</sup> 0...100 мВ, 0...75 мВ	$\pm 0,10$	$\pm 0,20$	с унифицированным выходным сигналом
0...20 мА, 4...20 мА <sup>(***)</sup> , 0...5 мА			
0...320 Ом			
0...100 % (0,1...10 кОм)			
потенциометрический <sup>(****)</sup>			
Примечания: <sup>(*)</sup> По отдельному заказу для ИПМ 0399/М0-Н. <sup>(**)</sup> Для ИПМ 0399/М0-Н. <sup>(***)</sup> Для ИПМ 0399/М0-Н диапазон измерений 4...20 мА. <sup>(****)</sup> Для ИПМ 0399/М0-Н допускаемая основная приведенная погрешность для выходного сигнала HART-протокола не более 0,5%.			

Таблица 3 - Основные метрологические характеристики ИПМ 0399/М2

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma$ , %		Тип первичного преобразователя
		для унифицированного выходного сигнала 0...5, 4...20 или 0...20 мА	по измеряемой величине	
Температура	минус 50...плюс 200 °С	$\pm(0,2 \times A_{\text{макс}} / A_N + 0,2)$	$\pm(0,2)^{(*)}$	50М, 53М, 100М, 50П, 100П, Pt100
	минус 50...плюс 600 °С			
	минус 50...плюс 1100 °С	$\pm(0,5 \times A_{\text{макс}} / A_N + 0,2)$	$\pm(0,5)^{(*)}$	ТЖК(Ј)
	минус 50...плюс 600 °С			ТХК(Л)
	минус 50...плюс 1300 °С			ТХА(К)
	0...плюс 1700 °С			ТПП(S)
	плюс 300...плюс 1800 °С			ТПР(В)
	0...плюс 2500 °С			ТВР(А-1)

Напряжение	0...100 мВ, 0...75 мВ	$\pm(0,2 \times A_{\text{макс}} / A_{\text{н}} + 0,2)$	$\pm(0,2+^{(*)})$	с унифицированным выходным сигналом
Ток	0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА			
Сопротивление	0...320 Ом	-		
Примечания: (*) Одна единица последнего разряда, выраженная в процентах от диапазона измерений. В приведенных формулах $A_{\text{макс}}$ – разность верхнего и нижнего пределов диапазона измерений.				

Примечание к таблицам 2 и 3:  $T_N$ ,  $A_n$  - нормирующие значения, равные разности верхнего и нижнего пределов поддиапазонов преобразования, установленных потребителем.

Таблица 4 - Основные метрологические характеристики ИПМ 0399/МЗ

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma$ , %			Тип первичного преобразователя
		для унифицированного выходного сигнала		по измеряемой величине	
		0...5 или 4...20 мА	0...20 мА		
Температура	минус 50...плюс 200 °С	$\pm 0,25$	$\pm 0,2$	$\pm(0,2+^{(*)})$	50М, 53М, 100М
	минус 50...плюс 600 °С	$\pm 0,2$	$\pm 0,15$	$\pm(0,15+^{(*)})$	50П, 100П, Pt100
	минус 50...плюс 1100 °С	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm(0,4+^{(*)})$	ТЖК(Ж)
	минус 50...плюс 600 °С				ТХК(Л)
	минус 50...плюс 1300 °С				ТХА(К)
	0...плюс 1700 °С				ТПП(С)
	плюс 300...плюс 1800 °С				ТПП(Р)
0...плюс 2500 °С	ТПР(В)	ТВР(А-1)			
Напряжение	0...100 мВ, 0...75 мВ	$\pm 0,2$	$\pm 0,15$	$\pm(0,1+^{(*)})$	с унифицированным выходным сигналом
Ток	0...20 мА			$\pm(0,1+^{(*)})$	
	4...20 мА			$\pm(0,15+^{(*)})$	
	0...5 мА			$\pm(0,2+^{(*)})$	
Примечание: (*) Одна единица последнего разряда, выраженная в процентах от диапазона измерений.					

Примечания к таблицам 2-4:

- 1) Поддиапазоны измерений конфигурируются потребителем в пределах диапазонов измерений.
- 2) Для унифицированных сигналов с корнеизвлекающей зависимостью основная погрешность определена в диапазонах: от 2 до 100 мВ; от 1,5 до 75 мВ; от 0,4 до 20 мА; от 4,3 до 20 мА; от 0,1 до 5 мА.

Сопротивление нагрузки (для всех модификаций кроме ИПМ 0399/М0-Н), кОм, не более:

- для выхода 0...5 мА: 2;
- для выхода 0...20, 4...20 мА: 0,5.

Сопротивление нагрузки ИПМ 0399/М0-Н для выхода 4...20 мА, кОм, не более:

- для напряжения питания 24 В: 0,4;
- для напряжения питания 36 В: 1,1.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности ИПМ для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов, °С: ±1.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на 10 °С от нормальной плюс 20±5 °С, %: 0,5γ.

Потребляемая мощность, В·А, не более:

- для ИПМ 0399/М0, ИПМ 0399/М0-Н: 0,6 ( при напряжении 24 В) или 0,9 ( при напряжении 36 В);
- для ИПМ 0399/М2: 3 ( при напряжении 24 В);

- для ИПМ 0399/МЗМ, ИПМ 0399Ех/МЗ, ИПМ 0399/МЗА, ИПМ 0399АЕх/МЗ: 11 (при номинальном напряжении сети переменного тока 220 В).

Таблица 5 - Габаритные размеры и масса

Шифр модификации и вариант исполнения	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, г, не более
	длина	ширина	высота	
ИПМ 0399/М0, ИПМ 0399Ех/М0, ИПМ 0399/М0-Н, ИПМ 0399Ех/М0-Н, ИПМ 0399А/М0-Н, ИПМ 0399АЕх/М0-Н	75	22,5	81	250
ИПМ 0399/М2	125	45	75	250
ИПМ 0399/МЗМ, ИПМ 0399Ех/МЗ ИПМ 0399/МЗА ИПМ 0399АЕх/МЗ		70		500

Средняя наработка на отказ, ч, не менее:

- для всех исполнений, кроме ИПМ 0399А/М0-Н, ИПМ 0399АЕх/М0-Н 50000;
- для ИПМ 0399А/М0-Н, ИПМ 0399АЕх/М0-Н 100000.

Средний срок службы, лет, не менее: 12.

Маркировка взрывозащиты:

- ИПМ 0399Ех/М0, ИПМ 0399Ех/М0-Н, ИПМ 0399АЕх/М0-Н: 0 ЕхIаIIСТ6 X  
( установка во взрывоопасной зоне),
- ИПМ 0399Ех/М0, ИПМ 0399Ех/М0-Н, ИПМ 0399АЕх/М0-Н  
ИПМ 0399Ех/МЗ, ИПМ0399АЕх/МЗ: [ЕхIа]IIС  
( установка вне взрывоопасной зоны).

Рабочие условия эксплуатации:

- диапазон температур окружающего воздуха (в зависимости от исполнения приборов), °С: минус 55...плюс 80, минус 50...плюс 70, минус 10... плюс 70, минус 30...плюс 50, минус 10...плюс 50;
- атмосферное давление, кПа: 84...106,7;
- относительная влажность при температуре 35 °С и ниже, %, не более: 98.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на переднюю панель приборов термотрансферным способом, а также на руководства по эксплуатации НКГЖ.411531.001-ХХРЭ, формуляры НКГЖ.411531.001-ХХФО и паспорта НКГЖ.411531.001-ХХПС типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность приборов приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1. Преобразователь измерительный модульный ИПМ 0399_____	НКГЖ.411531.001_____	1 шт.	Модификация и исполнение, комплекты монтажных частей и программного обеспечения - в соответствии с заказом
2. Комплект монтажных частей и принадлежностей	НКГЖ.671331.00X	1 компл.	
3. Комплект программного обеспечения	НКГЖ.411959.00X	1 компл.	
4. Руководство по эксплуатации	НКГЖ. 411531.001__РЭ	1 экз.	
5. Методика поверки	НКГЖ.411531.001МП	1 экз.	-
6. Формуляр	НКГЖ. 411531.001__ФО	1 экз.	-
7. Паспорт	НКГЖ. 411531.001__ПС	1 экз.	Для ИПМ 0399/МО-Н

### Поверка

осуществляется по документу НКГЖ.411531.001МП «Преобразователи измерительные модульные ИПМ 0399. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС», 08.10.2012 г.

Основные средства поверки:

- калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260: диапазон воспроизведения сигналов ТС 50П (100П): минус 200...600 °С, ПГ:  $\pm(0,03...0,05)$  °С; диапазон воспроизведения напряжения: минус 10...100 мВ, ПГ:  $\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot |U| + 3)$  мкВ; диапазон воспроизведения и измерений тока: 0...25 мА, ПГ:  $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$  мкА;
- мегомметр Ф 4102/1-1М (ТУ 25-7534.005-87), диапазон измерений от 0 до 20000 МОм.

**Сведения о методиках (методах) измерений** содержатся в разделе «Использование изделий по назначению» руководств по эксплуатации НКГЖ.411531.001-ХХРЭ.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к преобразователям измерительным модульным ИПМ 0399

ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ГОСТ 6651-2009. ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 8.585-2001. ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 26.011-80. Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные.

НП-001-97. Общие положения обеспечения атомных станций (ОПБ-88/07).

НП-016-05. Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ).

ТУ 4227-026-13282997-07. Преобразователи измерительные модульные ИПМ 0399. Технические условия.

ТУ 4227-104-13282997-2012. Преобразователи измерительные модульные ИПМ 0399А/МО-Н, ИПМ 0399Ех/МО-Н, ИПМ 0399/МО-Н. Технические условия.

ГОСТ 8.558-93. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта; осуществление деятельности в области использования атомной энергии; выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР» (ООО НПП «ЭЛЕМЕР»)  
124460, г. Москва, г. Зеленоград, корп. 1145, н.п. 1  
Тел.: (495) 925-51-47, факс: (499) 710-00-01  
E-mail: [elemer@elemer.ru](mailto:elemer@elemer.ru)

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений (ГЦИ СИ)  
ФГУП «ВНИИМС», г.Москва  
Аттестат аккредитации от 27.06.2008, регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений № 30004-08.  
Адрес: 119361, г.Москва, ул.Озерная, д.46, тел./факс: (495) 437-55-77 / 437-56-66  
E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), адрес в Интернет: [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.