

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики-расходомеры электромагнитные РМ-5

Назначение средства измерений

Счетчики-расходомеры электромагнитные РМ-5 (далее - РМ-5) предназначены для измерений объемного и массового расхода, объема, массы и параметров электропроводящих жидкостей, движущихся в трубопроводах в обоих направлениях — прямом и обратном (реверсном) и занимающих полностью измерительные сечения.

Описание средства измерений

Принцип действия РМ-5 состоит в измерении скорости, давления и температуры потока жидкостей с последующим автоматическим вычислением на их основе значений объемного расхода и объема, плотности, массового расхода и массы. Измерение скорости потока основано на использовании явления электромагнитной индукции, заключающегося в том, что при прохождении электропроводящей жидкости через магнитное поле в ней, как в движущемся проводнике наводится ЭДС, которая в измерительном сечении пропорциональна средней скорости потока жидкости (т.е. объемному расходу) для полнопроходных модификаций и локальной скорости потока для погружных модификаций РМ-5. ЭДС инвариантна к плотности, вязкости, электрической проводимости (в рабочем диапазоне) измеряемой жидкости, а также режиму ее течения: ламинарному или турбулентному.

РМ-5 состоят из электромагнитных первичных преобразователей (датчиков) расхода, электронных блоков и вычислительных устройств. В состав РМ-5 могут включаться датчики давления и (или) температуры. Сигналы измерительной информации с датчиков поступают в электронные блоки, в которых они отделяются от помех, измеряются, преобразуются в цифровой сигнал и передаются в вычислительные устройства, с программным обеспечением. В вычислительных устройствах сигналы преобразуются в значения объемного расхода и объема; а при наличии датчиков давления и/или температуры также в значения плотности, массового расхода, массы, температуры, давления. Плотность измеряемой жидкости может также вводиться в вычислительное устройство и как договорная константа. Измеряемые и вычисляемые величины преобразуются в вычислительном устройстве в вид, удобный для вывода на цифровое табло, и/или для передачи по интерфейсу RS-485. Значения объемного или массового расхода могут преобразовываться в стандартные выходные сигналы с помощью присоединяемого к вычислительному устройству автономного блока АТЧВ: токовый от 4 до 20 мА и (или) частотный от 10 до 5000 Гц. Датчики температуры и давления подключаются к электронным блокам преобразователей расхода (скорости) и выбираются из числа приведенных в таблице 1.

РМ-5 представляют собой измерительные системы вида ИС-1 по ГОСТ Р 8.596, в которых, в зависимости от комплектации, функционально выделяются измерительные каналы (каналы): объемного расхода, массового расхода, объема, массы, температуры, давления и плотности. У погружных модификаций дополнительно выделяются каналы скорости.

РМ-5 имеют четыре полнопроходных модификаций. Базовая модификация РМ-5-Т применяется в качестве рабочих средств измерений для промышленных жидкостей. По заказу РМ-5 модификации РМ-5-Т могут выпускаться без клавиатур ввода-вывода и дисплеев индикации, как измерительные преобразователи сигналов ППС (далее ППС), для применения в составе других измерительных систем вида ИС-1 и ИС-2 по ГОСТ Р 8.596.

Таблица 1

Наименование средств измерений	Обозначение	Номер в Госреестре средств измерений
1 Термопреобразователи сопротивления платиновые	ТСП-Р	№ 22557-02
2 Термометры сопротивления платиновые	ТСП-Н	№ 38959-08
3 Термометры сопротивления из платины технические	ТПТ-1	№ 46155-10
4 Термометры сопротивления	ТС-Б-Р	№ 43287-09
5 Датчики давления	ИД	№ 23992-02
6 Датчики давления	ИД	№ 26818-09
7 Преобразователи давления измерительные малогабаритные	Корунд	№ 14446-09

Модификация РМ-5-Э применяется преимущественно для измерений объемного расхода и объема жидкостей, требующих повышенной точности. Модификация РМ-5-П предназначена для пищевой промышленности и удовлетворяет требованиям санитарных норм и правил.

Модификация РМ-5-Т-И предназначена для применения в качестве рабочих средств измерений объема технических жидкостей и имеет электронные блоки, формирующие импульсные выходные сигналы соответствующие заданным значениям объема измеряемой среды (таблица 3). Модификация РМ-5-Т-И выпускается без вычислительных устройств, как измерительные преобразователи объема жидкости (далее преобразователи объема) для применения в составе других измерительных систем вида ИС-1 и ИС-2 по ГОСТ Р 8.596.

РМ-5 имеют две погружные модификации: РМ-5-Б1 и РМ-5-Б3, предназначенных для измерений расхода и количества технических жидкостей в трубопроводах с внутренним диаметром не менее 300 мм. У РМ-5-Б1 преобразователи расхода ПРБ-1 состоят из одного преобразователя скорости, а у РМ-5-Б3 преобразователи расхода ПРБ-3 состоят из трех преобразователей скорости. Каждый преобразователь скорости, состоит из датчика скорости, погружаемого в трубопровод и электронного блока. Датчики скорости ПРБ-3, расположены в одном поперечном сечении трубопровода и под углом 120 ° друг к другу. К электронному блоку ПРБ-1 могут подключаться по одному преобразователю объема, давления, и температуры. Для модификации РМ-5-Б3 применяется специализированное вычислительное устройство ИВБ, которое обслуживает один или два ПРБ-3, до двух ППС и до двух РМ-5-Т-И. Причем ПРБ-3 и ППС могут быть удалены от ИВБ по линиям связи до 1000 м, а РМ-5-Т-И до 100 м. В состав РМ-5-Б3 может входить до четырех датчиков давления, и до четырех термопреобразователей.

РМ-5-Т и РМ-5-Т-И классов В и С, а также РМ-5-Б1 выпускаются в четырех конструктивных исполнениях:

а) исполнение 1: датчики расхода (скорости), электронные блоки и вычислительные устройства выполняются единым целым;

б) исполнение 2: электронные блоки выполняются единым целым со своими датчиками расхода (скорости) и соединяются линиями связи с находящимися отдельно вычислительными устройствами (у РМ-5-Т-И исполнение 1 и исполнение 2 идентичны);

в) исполнение 3: электронные блоки выполняются единым целым с вычислительными устройствами и соединяются с расположенными отдельно датчиками расхода (скорости) сигнальными кабелями длиной до 10м.

г) исполнение 4 электронные блоки располагаются отдельно от датчиков расхода (скорости) и соединяются с ними сигнальными кабелями длиной до 10 м, а также от вычислительных устройств и соединяются с ними линиями связи.

Модификации РМ-5-П, РМ-5-Э, а также РМ-5-Т, РМ-5-Т-И класса точности А выпускаются только в исполнении 1, а РМ-5-Б3 только в исполнениях 2 и 4.

В состав РМ-5 по заказу могут включаться периферийные устройства:

а) преобразователи интерфейса RS-485/RS-232, обеспечивающие преобразование выходных сигналов РМ-5 в кодах RS-485 в сигналы интерфейса RS-232 внешних устройств;

б) автоматические преобразователи интерфейса АПИ-4 и АПИ-5, работают без использования специальных команд управления со стороны шины RS-232 устройства, осуществляющего связь с РМ-5. Причем АПИ-5 имеют возможность изменения скорости передачи данных;

в) устройства переноса данных (УПД), обеспечивающие копирование данных из памяти с одного или нескольких РМ-5 и перенос этих данных в пункты обработки;

г) адаптеры периферии АП-5, являющиеся универсальными вспомогательными устройствами РМ-5, выполняющими следующие сервисные функции (без вмешательства в процесс измерений и архивные данные РМ-5):

1) дистанционное управление РМ-5, в том числе при их работе в составе локальных сетей (функции пульта дистанционного управления);

2) распечатка архивов РМ-5 на различные принтеры (функции адаптера печати);

3) передача информации от РМ-5 и обратно с преобразованием ее из стандарта интерфейса RS-232 в стандарт интерфейса RS-485 и обратно (функции адаптера связи);

4) энергонезависимый сбор баз данных, содержащихся в архивах РМ-5, и их перенос на пункт обработки информации;

5) сбор, накопление и обработка информации, получаемой от РМ-5, в том числе, объединенных в локальные сети (функции сетевого программируемого контроллера, с возможностью создания программного обеспечения под конкретный заказ);

б) проведение тестовых проверок функционального состояния РМ-5, не связанных с определением нормируемых метрологических характеристик.

Общий вид РМ-5 показан на фото 1 (полнопроходные модификации) и на фото 2 (погружные модификации).

Программное обеспечение

Резидентное программное обеспечение счетчиков-расходомеров РМ-5 (далее программное обеспечение РМ-5), аттестовано ФГУП ВНИИМС на соответствие требованиям ГОСТ Р 8.654. Идентификационные данные программного обеспечения РМ-5 по МИ 3286 приведены в таблице 2.

Таблица 2

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 РМ-5	RM	2.30	0x00624871	Сумма байт с адреса 0 по 0xFBF6 исключая байты с адреса 0xE9 по 0xFB



Фото 1



Фото 2

Схема пломбировки от несанкционированного доступа РМ-5 и нанесения знака поверителя указана на рисунке 1.

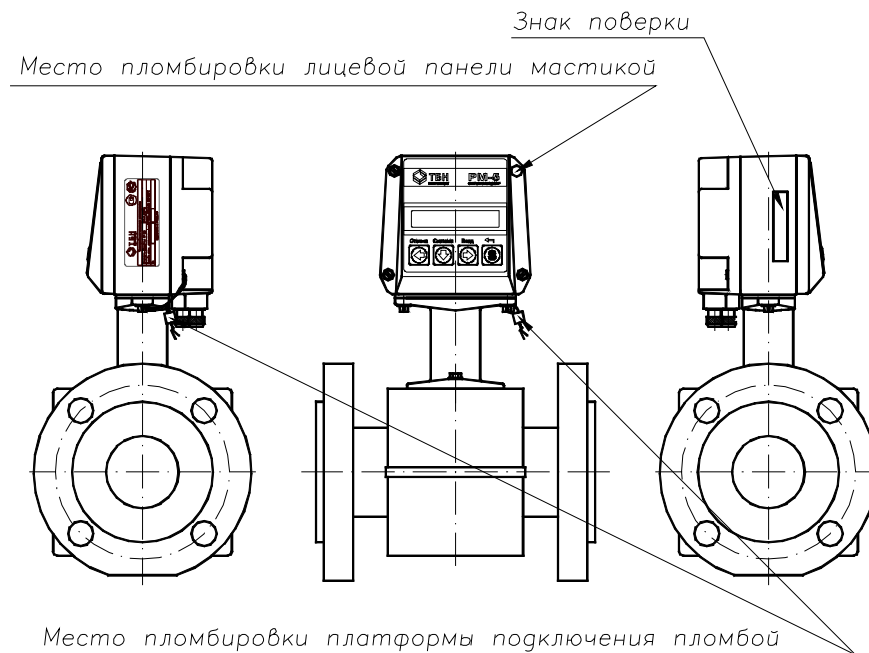


Рисунок 1

Программное обеспечение РМ-5 является встроенным, разделение не проведено, все программное обеспечение рассматривается как метрологически значимое, и не оказывающее влияние на метрологические характеристики РМ-5.

Уровень защиты программного обеспечения РМ-5 от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню С по МИ 3286.

Метрологические и технические характеристики

Значения наибольшего (q_n) и наименьшего (q_0) объемного расхода в зависимости от диаметра условного прохода (DN) указаны: для модификаций РМ-5-П и РМ-5-Э - в таблице 3; для модификаций РМ-5-Т и РМ-5-Т-И - в таблице 4, где для РМ-5-Т-И указаны также значения объема, соответствующие одному импульсу.

Таблица 3

DN	15	25	32	50	80
q_n РМ-5-Э	6	16	25	60	160
q_0 РМ-5-Э	0,06	0,16	0,25	0,6	1,6
q_n РМ-5-П	-	8	12,5	32	-
q_0 РМ-5-П	-	0,16	0,25	0,64	-

Таблица 4

DN	Значение объема на импульс, м ³ /имп	Объемный расход, м ³ /ч	
		наименьший	наибольший
15(р)	0,0004	0,0025	2,5
15	0,001	0,006	6
20	0,0018	0,011	11
25	0,0025	0,016	16
32	0,005	0,03	30
40	0,007	0,04	40
50	0,01	0,06	60
65	0,015	0,1	100
80	0,025	0,16	160
100	0,04	0,25	250
150	0,1	0,6	600
200	0,15	1,0	1000
300	0,4	2,5	2500

Примечание – В таблице 4 и далее символом (р) обозначается резьбовое присоединение датчика расхода к трубопроводу (в отличие от фланцевого).

Пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода и объема РМ-5, в зависимости от их класса, по заказу могут нормироваться:

а) по ГОСТ 28723, где пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода и объема определяются: по таблице 5 для модификаций РМ-5-Т и РМ-5-Т-И (только по измерительному каналу объема), таблице 6 для РМ-5-Э (где классы точности А, В и С, установлены разработчиком) и по таблице 7 для РМ-5-Б1 и РМ-5-Б3. В данных таблицах q_n – наибольшее значение измеряемого расхода q .

Пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода и объема для модификации РМ-5-П, %:

для класса А ± 0,25;
для класса В ± 0,5.

Таблица 5

Поддиапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности РМ-5-Т и РМ-5-Т-И, %		
	для класса А	для класса В	для класса С
$250 < q_n/q \leq 1000$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$50 < q_n/q \leq 250$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
$25 < q_n/q \leq 50$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
$1 \leq q_n/q \leq 25$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$

Таблица 6

Поддиапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности РМ-5-Э, %		
	для класса А	для класса В	для класса С
$50 < q_n/q \leq 100$	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$
$25 < q_n/q \leq 50$	$\pm 0,20$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$
$1 \leq q_n/q \leq 25$	$\pm 0,16$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$

Таблица 7

Поддиапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности, %			
	каналы скорости		каналы объемного расхода и объема	
	РМ-5-Б1	РМ-5-Б3	РМ-5-Б1	РМ-5-Б3
$25 < q_n/q \leq 50$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	$\pm 2,5$
$1 \leq q_n/q \leq 25$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$

б) по заказу и (или) при поставках на экспорт пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов объемного расхода и объема для модификаций РМ-5-Т, РМ-Т-И, и для РМ-5-Б1 и РМ-5-Б3 могут нормироваться в соответствии с рекомендациями международных стандартов по формулам

для класса 1 $d_q = \pm(1 + 0,01 q_n / q)$ при $1 \leq q_n/q \leq 250$;

для класса 2 $d_q = \pm(2 + 0,02 q_n / q)$ при $1 \leq q_n/q \leq 150$ и $\delta_q = \pm 5 \%$ при $150 < q_n/q \leq 250$;

для класса 3 $d_q = \pm(3 + 0,05 q_n / q)$ при $1 \leq q_n/q \leq 40$ и $\delta_q = \pm 5 \%$ при $40 < q_n/q \leq 50$,

где q_n – наибольшее значение измеряемого расхода q .

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительных каналов температуры в °С вычисляются по формуле

$$\Delta t = \pm (|\Delta_t| + 0,2 + 0,0005 \cdot t),$$

где t – значение измеряемой температуры в °С;

$\pm \Delta_t$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности датчиков температуры в °С.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов давления для РМ-5 всех модификаций равны $\pm 2 \%$ с учетом погрешности датчика давления и $\pm 1 \%$ без учета погрешности датчика.

Пределы допускаемой погрешности каналов объема модификации РМ-5-Б3 с преобразователями объема (модификация РМ-5-Т-И) без учета погрешности преобразователей объема составляет ± 1 импульс на 1000 импульсов.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов массового расхода и массы измеряемой жидкости вычисляются по формуле:

$$d_M = \pm \sqrt{d_q^2 + d_r^2},$$

где d_r - пределы допускаемой относительной погрешности канала плотности жидкости r , измеряемой или задаваемой константой. При измерении плотности воды, как функции дав-

ления и/или температуры, предел допускаемой относительной погрешности канала плотности равен $\pm 0,1\%$ (без учета погрешностей датчиков).

Пределы допускаемой относительной погрешности канала объемного (массового) расхода с блоком АТЧВ преобразования значения расхода в стандартный выходной электрический сигнал (токовый, и/или частотный) δ_B вычисляются по формуле $\delta_B = \pm (0,2 + |\delta_q|)$, где $\pm \delta_q$ – пределы допускаемой погрешности каналов объемного (массового) расхода без АТЧВ.

Пределы допускаемой относительной погрешности канала текущего времени	$\pm 0,05\%$.
Наибольшее рабочее давление измеряемой жидкости (по заказу), МПа:	
а) для модификаций РМ-5-Т, РМ-5-Т-И, РМ-5-Б1 и РМ-5-Б3	1,6 (2,5);
б) для модификаций РМ-5-Э и РМ-5-П	0,6 (1,6).
Примечание — В скобках указаны значения, обеспечиваемые по заказу.	
Температура измеряемой жидкости (не отрицательная), °С	
а) для модификаций РМ-5-Т, РМ-5-Т-И, РМ-5-Б1 и РМ-5-Б3	от 1 до 150;
б) для модификации РМ-5-Э	от 10 до 30;
в) для модификации РМ-5-П:	
1) для пищевых жидкостей, не содержащих белок	от 2 до 150;
2) для пищевых жидкостей, содержащих белок	от 2 до 60.
Удельная электрическая проводимость измеряемой жидкости, См/м	от 10^{-3} до 10.
Скорость жидкости для ПРБ-1 и ПРБ-3, м/с	от 0,2 до 10.
Температура воздуха, окружающего датчики расхода (скорости), °С:	
а) для модификаций РМ-5-Э и РМ-5-П	плюс от 10 до плюс 35;
б) для остальных модификаций:	
1) исполнения 1 и 2	от плюс 5 до плюс 50;
2) исполнения 3 и 4	от минус 30 до плюс 50.
Температура воздуха, окружающего электронные блоки, °С:	
а) для модификаций РМ-5-Э и РМ-5-П	от плюс 10 до плюс 35;
б) для остальных модификаций всех исполнений	от плюс 5 до плюс 50.
Наибольшая влажность воздуха, окружающего датчики расхода (скорости), %:	
а) для модификаций РМ-5-Э и РМ-5-П при 30 °С	75;
б) для остальных модификаций:	
1) исполнения 1 и 2 при 35 °С	80;
2) исполнение 3 и 4 при 35 °С	95.
Наибольшая влажность воздуха, окружающего электронные блоки, %,	
а) для модификаций РМ-5-Э и РМ-5-П при 30 °С	75;
б) для остальных модификаций всех исполнений при 35 °С	80.
Атмосферное давление от 84 до 106 кПа.	
Параметры электропитания от сети переменного тока:	
- напряжение, В	от 187 до 242.
- частота, Гц	от 49 до 51.

Наибольшая масса (килограмм) преобразователей расхода с вычислительными устройствами полнопроходных модификаций РМ-5, в зависимости от условного прохода датчиков расхода DN, указана в таблице 7.

Таблица 7

DN	15	15(p)	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300
Масса	1,8	2,4	2,7	3,3	4,7	6	7,9	9,5	12,5	17,2	32,8	50,1	92

Масса преобразователей расхода погружных модификаций с шлюзовыми камерами и вычислительными устройствами не более: 7 кг для ПРБ-1 и 21 кг для ПРБ-3.

Наибольшие габаритные размеры датчиков скорости со шлюзовыми камерами и электронными блоками, мм 115x110x600.

Наибольшие габаритные размеры полнопроходных модификаций РМ-5 кроме РМ-5-П (нормируются особо), в зависимости от диаметров условного прохода датчиков расхода DN, указаны в таблице 8, где L-длина, В-ширина, Н-высота, (в миллиметрах):

Таблица 8

<i>DN</i>	15	15(p)	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300
<i>L</i>	135	130	155	155	160	200	205	210	240	250	320	360	450
<i>B</i>	95	110	105	115	135	145	160	180	195	230	300	360	485
<i>H</i>	230	220	235	245	265	265	285	300	330	350	430	480	600

Средняя наработка на отказ, ч, не менее 75000.
Средний срок службы, лет, не менее 15.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульные листы руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом и на вычислительное устройство методом трафаретной печати.

Комплектность средства измерений

Комплектность РМ в зависимости от модификации:

а) полнопроходные модификации РМ-5 и модификация РМ-5-Б1:

- 1) преобразователь расхода и вычислительное устройство по одному;
- 2) датчики давления и (или) температуры до одного каждый.
- 3) преобразователи объема (модификация РМ-5-Т-И) только для РМ-5-Б1 до одного;

б) модификация РМ-5-Б3:

- 1) преобразователи расхода ПРБ-3 до двух;
- 2) преобразователи расхода ППС до двух;
- 3) преобразователи объема (модификация РМ-5-Т-И) до двух;
- 4) датчики давления и (или) температуры до четырех каждые;
- 5) вычислительное устройство ИВБ одно.

в) для всех модификаций:

- 1) руководство по эксплуатации, паспорт по одному;
- 2) методика поверки одна;
- 3) вспомогательные компоненты по заказу.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом «Счетчики-расходомеры электромагнитные РМ-5. Методика поверки» МП 4213-009-42968951-2011, утвержденным ГЦИ СИ ООО КИП «МЦЭ» 11.04. 2011 г. Перечень основного оборудования, необходимого для поверки, приведен в таблице 10.

Таблица 10

Средства поверки	Метрологические характеристики
Установка поверочная расходомерная УП-150	Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,08$ %
Установка поверочная для средств измерений расхода и количества жидкости УПП-600	Для средств измерений расхода от DN 100 до DN 300, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,25$ %
Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000	Воспроизведение и измерение постоянного тока от 0 до 25 мА, $\Delta = \pm 0,003$ мА
Имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002	Относительная погрешность не более $\pm 0,005$ %
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64	Относительная погрешность не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ %
Поверочная установка «Поток-Т»	Относительная погрешность не более $\pm 0,2$ %

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений описана в руководстве по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к счетчикам-расходомерам электромагнитным РМ-5

1 ГОСТ 28723-90 «Расходомеры скоростные, электромагнитные и вихревые. Общие технические требования и методы испытаний».

2 ГОСТ 8.145-75 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений объемного расхода жидкости в диапазоне $3 \cdot 10^{-6} \div 10$ м³/с».

3 ГОСТ 8.361-79 «ГСИ. Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы».

4 ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

при торговых и товарообменных операциях.

л л

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений ООО КИП «МЦЭ»

125424, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 88, стр. 8

тел.: (495) 491 78 12, (495) 491 86 55

E-mail: sittek@mail.ru, kip-mce@nm.ru

Аттестат аккредитации – зарегистрирован в Госреестре СИ РФ № 30092-10

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

В.Н. Крутиков

М.П. «___» _____ 20__ г.