



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель генерального директора**

**ФБУ «Ростест-Москва»**

**Е.В. Морин**

**« 14 » октября 2016 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры вихревые Foxboro**

**Методика поверки  
РТ-МП-3930-449-2016**

**г. Москва  
2016**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	3
5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	4
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	4
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	10

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры вихревые Foxboro (далее – расходомеры), изготовленные фирмой «Invensys Systems Inc.», США и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 4 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	6.1.	да	да
2. Проверка герметичности	6.2.	да	да
3. Опробование	6.3.	да	да
4. Проверка метрологических характеристик	6.4.	да	да

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Основные и вспомогательные средства поверки, указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основных средств поверки
6.4.1	При поверке на жидкости - рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.510-2002, погрешность $\pm 0,15$ %; при поверке на газе - рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014, погрешность $\pm 0,33$ %
6.2, 6.4	Калибратор многофункциональный MC5-R, Госреестр № 22237-08, диапазон воспроизведения частоты от 10 до 100 Гц, амплитуда до 10 В, погрешность $\pm 0,1$ %, диапазон измерений силы постоянного тока от 4 до 20 мА, погрешность $\pm 0,1$ %
6.4.2	Штангенциркуль ABSOLUTE DIGIMATIC серий 500, 550, 551, 552, 573, Госреестр № 49805-12, диапазон измерений от 0 до 300 мм
6.2	Стенд для проверки герметичности с образцовым манометром, диапазон измерений до 40 МПа
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.	

3.2 Средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеющие группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;

- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на расходомеры, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование;
- поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие на предприятии;
- монтаж и демонтаж расходомеров должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

## 5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 95 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- температура окружающей среды  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- изменение температуры среды во время поверки не более  $1 ^\circ\text{C}$ ;
- подготавливают к работе поверяемый расходомер и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.2 Длины прямых участков:

- до расходомера: 15 Ду;
- после расходомера: 5 Ду.

5.3 Перед проведением поверки необходимо выдержать расходомер в условиях поверки не менее 3 часов.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие комплектности расходомера требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, не позволяющих провести поверку;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки, индикатора;
- наличие значения рекомендуемого К-фактора шильдике расходомера.

Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого необходимо выполнить следующее:

- в меню расходомера считать номер версии.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные ПО расходомеров

Идентификационные данные (признаки)	84S Low Power	84S	84CF, 84CW
Идентификационное наименование ПО	20BAACL_G	20BAACT_E	20BAACY_B
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.011	2.011	1.223.087
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	0xB568	0xB568	0x5B5AE67

Расходомеры, не прошедшие внешний осмотр, к дальнейшей поверке не допускаются.

6.2 Проверка герметичности

Герметичность проверяют давлением, создаваемым в проточной полости расходомера, превышающим рабочее давление измеряемой среды в 1,5 раза. Давление следует плавно поднимать в течение 1 мин.

Результат проверки считается положительным, если в течение 15 минут не наблюдается: каплепадения или течи воды, не наблюдается падение давления по манометру.

### 6.3 Опробование

Опробование проводится на расходомерных установках.

До начала проведения проверки необходимо проверить направление потока, отсечку малых расходов, сверить значение коэффициента преобразования на шильде (или в свидетельстве о предыдущей поверке) и в меню расходомера.

Подключить средства поверки к расходомеру согласно руководствам по эксплуатации. Настроить расходомер согласно руководству по эксплуатации.

При опробовании задается расход от  $0,45 \cdot Q_{\max}$  до  $0,55 \cdot Q_{\max}$ .

где  $Q_{\max}$  – максимальный расход испытуемого расходомера, м<sup>3</sup>/ч.

Расходомеры считаются прошедшими проверку по данному пункту, если в рабочем режиме расходомер генерирует выходной сигнал, пропорциональный текущему расходу. В рабочем режиме при неизменном расходе отображаемое значение текущего расхода должно быть неизменно, а отображаемое значение суммарного объёма должно увеличиваться с течением времени.

Допускается совместить данный пункт с п. 6.4.

### 6.4 Проверка метрологических характеристик

Проверка метрологических характеристик может быть проведена на жидкости или газе. Допускается расходомеры, предназначенные для измерения расхода газа и пара, поверять на жидкостных расходомерных установках. Проверка метрологических характеристик допускается проливным или имитационным методом.

#### 6.4.1 Проливной метод

До начала проведения проверки необходимо проверить направление потока, отсечку малых расходов, сверить значение коэффициента преобразования на шильдике (или в свидетельстве о предыдущей поверке) и в меню расходомера.

Подключить средства поверки к расходомеру согласно руководствам по эксплуатации. Настроить расходомер согласно руководству по эксплуатации.

В зависимости от наличия каналов и условий применения расходомера по требованию потребителей поверяются все каналы или некоторые из них.

При поверке на жидкости установить расход, равный 0,9 верхнего предела измерения расхода в течение 5 минут с целью удаления воздуха из системы. Значения диапазонов расхода на данный диаметр расходомера указаны в руководстве по эксплуатации.

Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода провести на расходомерной установке на расходах  $(0,9 \dots 1) \cdot Q_{\max}$ ,  $(0,45 \dots 0,55) \cdot Q_{\max}$ ,  $(0,2 \dots 0,3) \cdot Q_{\max}$  и  $(1,1 \dots 1) \cdot Q_{\min}$ .

Для каждого значения расхода провести не менее трёх измерений. Время проведения одного измерения должно быть не менее 120 секунд.

Относительную погрешность измерений объёма и объёмного расхода  $\delta_Q$ , %, рассчитать по формуле

$$\delta_Q = \frac{V - V_0}{V_0} \times 100, \quad (1)$$

где  $V_0$  – расход (объём), измеренный расходомерной установкой, м<sup>3</sup>/ч (м<sup>3</sup>);  
 $V$  – расход (объём), измеренный расходомером, м<sup>3</sup>/ч (м<sup>3</sup>).

Значение тока на выходе  $I_{\text{расч}}$ , мА, в зависимости от заданного расхода рассчитать по формуле

$$I_{\text{расч}} = I_{\max} - \left( \frac{Q_{\max} - Q_0}{Q_{\max}} \right) \times (I_{\max} - I_{\min}), \quad (2)$$

где  $I_{\max}$  – значение тока, равное 20 мА, соответствующее максимальному расходу расходомера, м<sup>3</sup>/ч;  
 $I_{\min}$  – значение тока, равное 4 мА, соответствующее минимальному расходу расходомера, м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q_{\max}$  – максимальное значение расхода расходомера, м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q_0$  – расход, измеренный расходомерной установкой, м<sup>3</sup>/ч.

Относительную погрешность измерений объёмного расхода по токовому выходу  $\delta Q_I$ , %, рассчитать по формуле

$$\delta Q_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{расч}}} \times 100, \quad (3)$$

Результат проверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объёма и объёмного расхода  $\delta Q$  не превышают значений, указанных в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений объёма и объёмного расхода, %, в зависимости от расхода (критерия Рейнольдса, Re):	
- жидкости с $Re \geq 30000$ (для 84S Ду50 $Re \geq 100000$ , для 84S Ду80 $Re \geq 38000$ )	$\pm 0,5$
- жидкости $30000$ ( $100000$ для 84S Ду50, $38000$ для 84S Ду80) $> Re \geq 20000$	$\pm 1,0$
- жидкости с $20000 > Re \geq 5000$	$\pm 2,0$
- газа и пара с $Re \geq 20000$	$\pm 1,0$
- газа и пара с $20000 > Re \geq 5000$	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений массового расхода насыщенного пара (для 84CF, 84CW), %	$\pm 1,4$

Критерий Рейнольдса, Re, %, рассчитать по формуле

$$Re = \frac{V_f \times D \times \rho}{\eta} = \frac{V_f \times D}{\nu} = \frac{Q \times D}{\nu \times S} = \frac{14400 \times Q}{\nu \times \pi}, \quad (4)$$

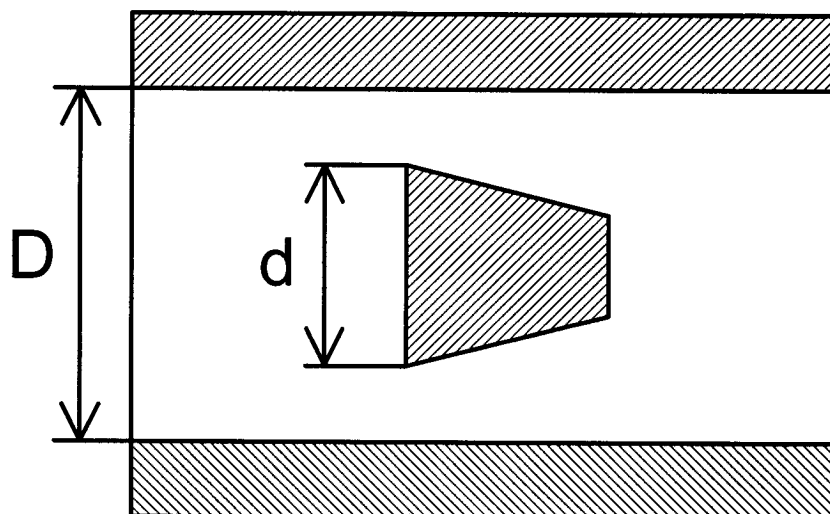
где  $V_f$  – скорость потока среды, м/с;  
 $D$  – внутренний диаметр проточной части расходомера, м;  
 $\eta$  – динамическая вязкость среды, Па·с  $\times 10^{-8}$ ;  
 $\nu$  – кинематическая вязкость среды, м<sup>2</sup>/с  $\times 10^{-6}$ ;  
 $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\pi$  – число Пи;  
 $S$  – площадь сечения трубы, м<sup>2</sup>;  
 $Q$  – объёмный расход среды, м<sup>3</sup>/ч.

#### 6.4.2 Имитационный метод

6.4.2.1 До начала проведения проверки необходимо проверить направление потока, отсечку малых расходов, сверить значение коэффициента преобразования на шильдике (или в свидетельстве о предыдущей поверке) и в меню расходомера. Определение геометрических размеров первичного преобразователя.

Определить геометрические размеры первичного преобразователя (рисунок 1), которые должны соответствовать приведённым в таблице 5. Внутренний диаметр измеряется в двух взаимно перпендикулярных направлениях штангенциркулем не менее двух раз в каждом из

направлений.



Р и с у н о к 1

За действительное значение внутреннего диаметра следует принимать среднее арифметическое значение результатов измерений. Расчёт диаметра, мм, провести по формуле

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n},$$

(5)

где  $D_i$  – значение диаметра при  $i$ -ом измерении, мм;  
 $n$  – общее число измерений.

Расчёт тела обтекания провести аналогично.

Т а б л и ц а 5.1 – Геометрические размеры Flanged Meter, M84 Style-B

Ду, мм	Schedule	Внутренний диаметр $D$ , мм	Допуск на внутренний диаметр $D$ , мм	Размер тела обтекания, $d$ , мм	Допуск на размер тела обтекания, $d$ , мм
20	80	18,8	±0,4	5,84	±0,13
25		24,3	±0,4	7,11	±0,13
40		38,1	±0,4	10,54	±0,13
50	80	49,2	±0,4	13,46	±0,25
80		72,9	±0,4	19,91	±0,25
100		97,2	±0,4	26,54	±0,25
150		146,3	±0,9	40,01	±0,25
200		193,7	±1,1	47,24	±0,25
250		242,9	±3,8	65,02	±0,25
300		288,9	±4,4	77,72	±0,25
50	160	42,8	±0,4	11,68	±0,25
80		66,7	±0,4	18,16	±0,25
100		87,3	±0,4	26,54	±0,25
150		131,8	±0,9	36,07	±0,25
200		173,1	±1,1	47,24	±0,25

Т а б л и ц а 5.2 – Геометрические размеры Flanged Meter, M84 Style-A

Ду, мм	Schedule	Внутренний диаметр $D$ , мм	Допуск на внутренний диаметр $D$ , мм	Размер тела обтекания, $d$ , мм	Допуск на размер тела обтекания, $d$ , мм
20	80	18,8	$\pm 0,5$	5,84	$\pm 0,13$
25		24,3	$\pm 0,4$	7,11	$\pm 0,13$
40		38,1	+0,3 -0,5	10,54	$\pm 0,13$
50		49,2	$\pm 0,4$	13,46	$\pm 0,25$
80		72,9	$\pm 0,4$	19,91	$\pm 0,25$
100		96,7	$\pm 0,5$	26,54	$\pm 0,25$
150		146,3	$\pm 2,7$	39,88	$\pm 0,25$
200		193,7	$\pm 3,2$	52,58	$\pm 0,25$
250		247,7	$\pm 3,2$	65,02	$\pm 0,25$
300		298,5	$\pm 3,2$	77,72	$\pm 0,25$

Т а б л и ц а 5.3 – Геометрические размеры Wafer Meter, M84

Ду, мм	Schedule	Внутренний диаметр $D$ , мм	Допуск на внутренний диаметр $D$ , мм	Размер тела обтекания, $d$ , мм	Допуск на размер тела обтекания, $d$ , мм
20	80	18,8	$\pm 0,4$	5,84	$\pm 0,13$
25		24,3	$\pm 0,4$	7,11	$\pm 0,13$
40		38,1	+0,3 -0,5	10,54	$\pm 0,13$
50		49,2	$\pm 0,4$	13,46	$\pm 0,25$
80		72,9	$\pm 0,4$	19,91	$\pm 0,25$
100		96,7	$\pm 0,5$	26,54	$\pm 0,25$
150		146,3	$\pm 0,5$	39,88	$\pm 0,25$
200		193,5	$\pm 0,5$	52,58	$\pm 0,25$

Т а б л и ц а 5.4 – Геометрические размеры Sanitary, M83/84

Ду, мм	Schedule	Внутренний диаметр $D$ , мм	Допуск на внутренний диаметр $D$ , мм	Размер тела обтекания, $d$ , мм	Допуск на размер тела обтекания, $d$ , мм
50	10	47,5	+0,05 -0,28	12,98	0,08
80		72,9	+0,08 -0,30	19,89	0,10

Результат поверки считается положительным, если средние значения внутреннего диаметра и тела обтекания не превышают допусков.

Разбирать расходомер согласно руководству по эксплуатации. После измерений тела обтекания и сборки расходомера, провести проверку на герметичность согласно п. 6.2.

#### 6.4.3 Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода.

В соответствии с Руководством по эксплуатации разобрать электронный блок и подключить генератор и частотомер к соответствующим коннекторам электронного модуля.

Задать параметр Pulse Max Freq в меню расходомера или HART-коммуникатором.

Подать на клеммы “В+” и “Y-” частоту (или импульсы со скважностью 2) амплитудой



от 1 до 5 В с внешнего генератора, равную 20 %, 50 %, 100 % от заданного значения Pulse Max Freq. Считать значения частоты частотомером с выходов PULSE “G” и “Y”. Для каждого значения выполнить не менее трёх измерений.

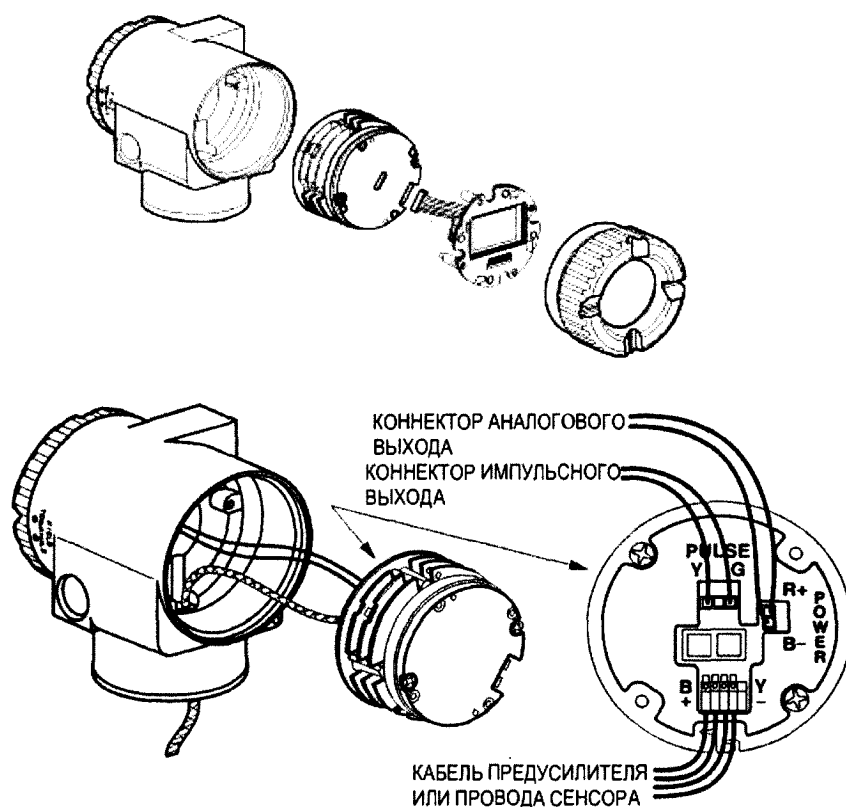
Относительную погрешность измерений объёмного расхода  $\delta_{QF}$ , в процентах, рассчитать по формуле

$$\delta_{QF} = \frac{F_{изм} - F_э}{F_э} \times 100, \quad (6)$$

где  $F_э$  – частота, заданная внешним генератором, Гц;

$F_{изм}$  – частота на выходе расходомера, Гц.

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объёмного расхода  $\delta_{QF}$  не превышают значений, указанных в технической документации на расходомер.



Р и с у н о к 2 – Назначение коннекторов электронного блока.

### 6.5.3. Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода по токовому выходу

Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода по токовому выходу допускается проводить одновременно с определением относительной погрешности измерений объёмного расхода.

Подключить генератор к клеммам “В+” и “Y-“ и миллиамперметр к “R+” и “B-“ в соответствии с Руководством по эксплуатации. Подать частоту с внешнего генератора, равную 20 %, 50 %, 100 % от заданного значения Pulse Max Freq. Для каждого значения выполнить не менее трёх измерений. Считать значения тока.

Значение тока на выходе  $I_{расч}$ , мА, в зависимости от частоты и К-фактора рассчитать по формуле

$$I_{расч} = \frac{URV - F / (K \times C_x)}{URV} \times 16 + 4, \quad (7)$$

где  $F$  – частота, заданная внешним генератором, Гц;  
 $K$  – К-фактор расходомера;  
 $C_x$  – коэффициент преобразования единиц (из американского галлона в секунду в требуемую);  
 $URV$  – верхний предел диапазона расхода расходомера.

Относительную погрешность измерений объёмного расхода по токовому выходу  $\delta_{Q_I}$ , в процентах, рассчитать по формуле

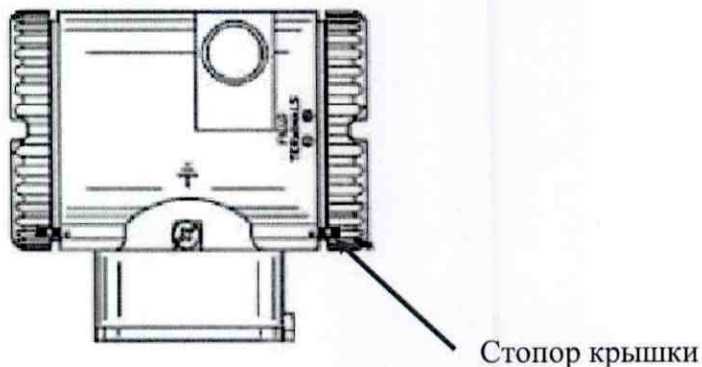
$$\delta_{Q_I} = \frac{I_{изм} - I_{расч}}{I_{расч}} \times 100, \quad (8)$$

где  $I_{изм}$  – ток, измеренный миллиамперметром, мА.

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений расхода по токовому выходу расходомера не превышают значений, указанных в технической документации на расходомер.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и пломбируют расходомер в соответствии с рисунком 3.



Р и с у н о к 3 – Схема расположения пломбируемого стопора крышки.

7.2 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, поверочные клейма гасят и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Разработали:

Начальник лаборатории № 449 ФБУ «Ростест – Москва»

А.А. Сулин

Инженер по метрологии 1 категории  
 лаборатории № 449 ФБУ «Ростест – Москва»

И.В. Беликов