

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Ивановский ЦСМ»

— Д.И. Кудря

19 ноября 2024 г.



ГСИ. Анализаторы потока воздуха VT2000

Методика поверки

ЦСМЕ.413000.001МП

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализаторов потока воздуха VT2000 (далее анализаторы), изготавливаемых «AMBULANC (SHENZHEN) TECH. CO., LTD», Китай.

1.2 Прослеживаемость при поверке анализаторов обеспечивается согласно государственным поверочным схемам, утвержденным приказами Росстандарта от 11.05.2022 №1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», к ГЭТ 118-2017, от 20.10.2022 №2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», к ГЭТ 23-2010, от 31.08.2021 №1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па», к ГЭТ 95-2020, от 23.12.2022 №3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», к ГЭТ 34-2020, от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах», к ГЭТ 154-2019.

1.3 МП реализуется посредством метода прямых измерений.

1.4 Допускается возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений и проведения первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки анализаторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение погрешности измерений объемного расхода воздуха в канале измерения расхода	Да	Да	10.1
Определение погрешности измерений объема вдоха и выдоха в канале измерения расхода	Да	Да	10.2
Определение погрешности измерений вакууметрического давления в канале измерения вакууметрического давления	Да	Да	10.3
Определение погрешности измерений вакууметрического и избыточного давления в канале измерения низкого давления	Да	Да	10.4
Определение погрешности измерений избыточного давления в канале изме-	Да	Да	10.5

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение погрешности измерений избыточного давления в канале измерения высокого давления	Да	Да	10.6
Определение погрешности измерений температуры воздуха в канале измерения расхода	Да	Да	10.7
Определение погрешности измерений объемной доли кислорода в канале измерения расхода	Да	Да	10.8

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Для поверки анализаторов должны выполняться следующие условия:
 температура (20 ± 5) °C;
 относительная влажность (60 ± 20) %;
 атмосферное давление $(101,3 \pm 4,0)$ кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки, которые применяются для поверки анализаторов, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10.1 Определение погрешности измерений объемного расхода воздуха в канале измерения расхода	Установка для воспроизведения объемного расхода воздуха в диапазоне воспроизводимых расходов от 0 до $18 \text{ дм}^3/\text{с}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне от 0 до $2 \text{ дм}^3/\text{с} \pm 10 \text{ см}^3/\text{с}$, пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне от 2 до $8 \text{ дм}^3/\text{с} \pm 0,5 \%$	Установки поверочные, тип ГВП Фантом-Спиро M, модификация ГВП Фантом-Спиро M2, рег. № 60925-15
р. 10.2 Определение погрешности измерений объема вдоха и выдоха в канале измерения расхода	Установка для воспроизведения объема воздуха в диапазоне воспроизводимых расходов от 0 до 8 дм^3 , пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне от 0 до $2 \text{ дм}^3 \pm 10 \text{ см}^3$, пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне от 2 до $8 \text{ дм}^3 \pm 0,5 \%$	Установки поверочные, тип ГВП Фантом-Спиро M, модификация ГВП Фантом-Спиро M2, рег. № 60925-15

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10.3 Определение погрешности измерений вакууметрического давления в канале измерения вакууметрического давления	<p>Средства измерений избыточного давления в диапазоне от минус 0,1 до 0 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,06\%$</p> <p>Помпа ручная пневматическая П-0,25М, рабочий диапазон воспроизводимого давления от минус 90 до 250 кПа</p>	<p>Калибраторы давления портативные Метран-501-ПКД-Р рег. № 22307-09</p>
р. 10.4 Определение погрешности измерений вакууметрического и избыточного давления в канале измерения низкого давления	<p>Средства измерений избыточного давления в диапазоне от 20 до 40000 Па, КТ 0,02</p> <p>Средства измерений вакууметрического давления в диапазоне от минус 0,1 до 0 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,06\%$</p> <p>Помпа ручная пневматическая П-0,25М, рабочий диапазон воспроизводимого давления от минус 90 до 250 кПа</p>	<p>Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99</p> <p>Калибраторы давления портативные Метран-501-ПКД-Р рег. № 22307-09</p>
р. 10.5 Определение погрешности измерений избыточного давления в канале измерения расхода	Средства измерений избыточного давления в диапазоне от 20 до 40000 Па, КТ 0,02	<p>Задатчики давления Воздух-4000 рег. № 12143-99</p>
р. 10.6 Определение погрешности измерений избыточного давления в канале измерения высокого давления	<p>Средства измерений избыточного давления в диапазоне от 0 до 1 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,02\%$</p> <p>Помпа многофункциональная PV-411-HP, диапазон воспроизводимого давления: от минус 0,095 до 70 МПа</p>	<p>Калибраторы давления портативные Метран-517 рег. № 39151-12</p>
р. 10.7 Определение погрешности измерений температуры газа в канале измерения расхода	<p>Средства измерений температуры в диапазоне от -50°C до 300°C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$</p> <p>Средства воспроизведения температуры от -70°C до 150°C</p>	<p>Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 рег. № 61806-15</p> <p>Камера климатическая СМ-70/150-120ТВХ</p>
р. 10.8 Определение погрешности измерений объемной доли кислорода в канале измерения расхода	<p>Стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением – рабочие эталоны не ниже 2-го разряда по приказу Росстандарта от 31.12.2020 № 2315, определяемые компоненты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Кислород O_2, объемная доля $21,0\% \pm 1,0\%$ Ротаметр Верхний предел измерений $0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 4\%$ <p>Азот по ТУ 6-21-39-96, объемная доля свыше 99,0 %</p> <p>Кислород газообразный особой чистоты по ТУ 2114-001-05798345-2007, объемная доля свыше 99,0 %</p> <p>Вентиль точной регулировки ВТР-2</p> <p>Регулировка расхода от 0 до $2,16 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$, точность установки</p>	<p>ГСО 11047-2018</p> <p>Ротаметр с местными показаниями РМ-02 рег. № 3385-74</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
	$0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$	
Контроль условий измерений при поверке	<p>Средства измерений температуры окружающей среды от плюс 10 °C до плюс 60 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 90 до 110 кПа, ПГ ±0,3 кПа</p>	Термогигрометр ИВА-БН-Д, рег. № 46434-11

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки;
- требования мер безопасности, указанные в эксплуатационной документации на проверяемое СИ.

6.2 При работе с чистыми газами и газовыми смесями в баллонах под давлением необходимо соблюдать «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» (Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 года № 536).

6.3 Помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид анализатора.

Внешний вид анализатора должен соответствовать следующим требованиям:

- анализатор не должен иметь следов коррозии, механических повреждений, загрязнений;
- комплектность и внешний вид должны соответствовать требованиям, приведенным в описании типа;
- наличие знака утверждения типа в соответствии с описанием типа.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если не выявлены несоответствия.

В противном случае дальнейшие операции по поверке выполняют после устранения несоответствий.

7.2 Если указанные выше замечания не были устраниены, то результаты внешнего осмотра считаются отрицательными.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Выдержать анализатор в условиях, соответствующих условиям поверки, не менее 2 часов.

8.2 Проверить комплектность, качество и содержание маркировки на соответствие указанной в руководстве по эксплуатации, а именно товарный знак завода-изготовителя, название, заводской номер.

8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считаются положительными, если не выявлены несоответствия.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

Включают анализатор, заходят в настройки («Setup»), на экране в разделе «About» отобразится версия ПО.

9.2 Результаты подтверждения соответствия ПО считают положительными, если идентификационные данные совпадают с указанными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	122 MB V1.0.1 20230602
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение погрешности измерений объемного расхода воздуха в канале измерения расхода

Подключить канал расхода анализатора к установке для воспроизведения расхода воздуха в положительном направлении, перевести анализатор в режим измерения расхода, для чего нажать на панели анализатора кнопку «Flow», и, последовательно формируя на установке необходимые значения объемного расхода, считывать полученные значения и заносить в протокол. Определение погрешности проводить в следующих точках: 0 л/мин, 5 л/мин, 10 л/мин, 50 л/мин, 100 л/мин, 150 л/мин, допускается отступать от установленных значений поверочных точек на 1 л/мин. Длительность замеров не менее 5 с.

Аналогично провести измерения объемного расхода воздуха в отрицательном направлении.

Абсолютную погрешность измерений объемного расхода воздуха в канале измерения расхода ΔQ_h рассчитать по формуле (1):

$$\Delta Q_h = Q_{h,изм} - Q_{h,эт}, \quad (1)$$

где $Q_{h,изм}$ – значение объемного расхода воздуха, измеренное анализатором, л/мин;

$Q_{h,эт}$ – значение объемного расхода воздуха, воспроизводимое установкой для воспроизведения расхода воздуха, л/мин.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения погрешности в поддиапазоне от 0 до 10 л/мин включительно не превышают $\pm 0,3$ л/мин.

Относительную погрешность измерений объемного расхода воздуха в канале измерения расхода δQ_h рассчитать по формуле (2):

$$\delta Q_h = \frac{Q_{h,изм} - Q_{h,эт}}{Q_{h,эт}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения погрешности в поддиапазоне свыше 10 до 150 л/мин не превышают $\pm 3 \%$.

10.2 Определение погрешности измерений объема вдоха и выдоха в канале измерения расхода

Подключить канал расхода анализатора к установке для воспроизведения объема, перевести анализатор в режим измерения объема вдоха и выдоха, для чего нажать на панели анализатора кнопку «Air way», и, последовательно формируя на установке необходимые значения объема, считывать полученные значения, отображающиеся в окне «Volume» экрана анализатора.

ра, и заносить в протокол. Определение погрешности проводить в следующих точках: 0 л, 0,5 л, 1 л, 2 л, 3 л, 5 л. Длительность замеров не менее 2 с.

Абсолютную погрешность измерений объема вдоха и выдоха в канале измерения расхода ΔQ_o рассчитать по формуле (3):

$$\Delta Q_o = Q_{o,изм} - Q_{o,эт}, \quad (3)$$

где $Q_{o,изм}$ – значение объема воздуха, измеренное анализатором, л;

$Q_{o,эт}$ – значение объема воздуха, воспроизведенное установкой для воспроизведения объема, л.

Результаты считают положительными, если рассчитанные значения погрешности в поддиапазоне от 0 до 1 л включительно не превышают $\pm 0,05$ л, а в поддиапазоне свыше 1 до 5 л не превышают $\pm 0,2$ л.

10.3 Определение погрешности измерений вакууметрического давления в канале измерения вакууметрического давления

Перевести анализатор в режим измерения давления, для этого нажать кнопку «Pressure». При необходимости произвести обнуление нажатием кнопки «Zero».

Анализатор через порт вакууметрического давления, расположенный на правой боковой панели, подключить к калибратору давления и, последовательно подавая вакууметрическое давление 0 кПа, минус 10 кПа, минус 20 кПа, минус 30 кПа и минус 40 кПа, считать полученные значения с экрана анализатора (строка «NP») и занести в протокол.

Приведенную погрешность при измерении вакууметрического давления в канале измерения вакууметрического давления γP_v рассчитать по формуле (5):

$$\gamma P_v = \frac{P_{v,изм} - P_{v,эт}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где $P_{v,изм}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{v,эт}$ – значение давления, измеренное калибратором давления, кПа;

P_n – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений давления в данном канале, кПа.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения приведенной погрешности не превышают $\pm 1\%$.

10.4 Определение погрешности измерений вакууметрического и избыточного давления в канале измерения низкого давления

Перевести анализатор в режим измерения давления, для этого нажать кнопку «Pressure». При необходимости произвести обнуление, нажатием кнопки «Zero».

Анализатор через канал низкого давления, расположенный на левой боковой панели, подключить к поверочному средству измерений давления и, последовательно подавая вакууметрическое и избыточное давление, равное минус 16 кПа, минус 8 кПа, 0 кПа, 8 кПа и 16 кПа, считать полученные значения с экрана анализатора (строка «LP») и занести в протокол.

Приведенную погрешность при измерении вакууметрического и избыточного давления в канале измерения низкого давления $\gamma P_{нд}$ рассчитать по формуле (6):

$$\gamma P_{нд} = \frac{P_{нд,изм} - P_{нд,эт}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $P_{нд,изм}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{нд,эт}$ – значение давления, измеренное поверочным средством измерений, кПа.

P_n – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений давления в данном канале, кПа.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения приведенной погрешности не превышают $\pm 0,5\%$.

10.5 Определение погрешности измерений избыточного давления в канале измерения расхода

Перевести анализатор в режим измерения параметров потока, для чего нажать кнопку «Air way». При необходимости произвести обнуление, нажатием кнопки «Zero».

Анализатор через порт расхода подключить к поверочному средству измерений давления. Противоположный порт прибора необходимо заглушить. Последовательно подавать избы-

точное давление, равное 0 кПа, 4 кПа, 8 кПа, 12 кПа и 16 кПа, считать полученные значения, отображающиеся в окне «Volume» экрана анализатора, и занести в протокол.

Приведенную погрешность при измерении избыточного давления в канале измерения расхода γP_p рассчитать по формуле (7):

$$\gamma P_p = \frac{P_{p, \text{изм}} - P_{p, \text{эт}}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $P_{p, \text{изм}}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{p, \text{эт}}$ – значение давления, измеренное поверочным средством измерений, кПа.

P_n – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений давления в данном канале, кПа.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения приведённой погрешности не превышают $\pm 1\%$.

10.6 Определение погрешности измерений избыточного давления в канале измерения высокого давления

Перевести анализатор в режим измерения давления, для этого нажать кнопку «Pressure». При необходимости произвести обнуление, нажатием кнопки «Zero».

Анализатор через канал высокого давления, расположенный на правой боковой панели, подключить к поверочному средству измерений давления и, последовательно подавая избыточное давление, равное 0 кПа, 200 кПа, 400 кПа, 600 кПа и 800 кПа, считать полученные значения с экрана анализатора (строка «HP») и занести в протокол.

Приведенную погрешность при измерении избыточного давления в канале измерения высокого давления γP_{vd} рассчитать по формуле (8):

$$\gamma P_{vd} = \frac{P_{vd, \text{изм}} - P_{vd, \text{эт}}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где $P_{vd, \text{изм}}$ – значение давления, измеренное анализатором, кПа;

$P_{vd, \text{эт}}$ – значение давления, измеренное поверочным средством измерений, кПа.

P_n – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границей диапазона измерений давления в данном канале, кПа.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения приведённой погрешности не превышают $\pm 1\%$.

10.7 Определение погрешности измерений температуры в канале измерения расхода

Подготовить анализатор к поверке, для этого на основном экране измерений нажать на кнопку «Full», затем на нижнюю кнопку джойстика до появления на экране анализатора в перечне измеряемых параметров строки «Temp».

Анализатор поместить в камеру климатическую СМ-70/150-120ТВХ (далее - камера) таким образом, чтобы поток воздуха от вентилятора камеры был направлен в канал расхода анализатора. В камеру рядом с анализатором установить термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (далее – термометр). Абсолютную погрешность определить при пяти значениях измеряемой величины, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерений (минимальное и максимальное).

Абсолютную погрешность измерений температуры в канале измерения расхода Δt рассчитать по формуле (9):

$$\Delta t = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (9)$$

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное анализатором, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{эт}}$ – значение температуры, измеренное поверочным средством измерений, $^{\circ}\text{C}$.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают $\pm 3 \ ^{\circ}\text{C}$.

10.8 Определение погрешности измерений объемной доли кислорода в канале измерения расхода

При необходимости откалибровать датчик кислорода согласно руководству по эксплуатации.

Вентилем точной регулировки установить на ротаметре расход 10 л/мин и подавать азот по ТУ 6-21-39-96, объемная доля свыше 99,0 %, через канал расхода. Результаты измере-

ний считать с дисплея анализатора и занести в протокол. Повторить операции для ГСО 11047-2018 с кислородом O₂, объемная доля 21,0 % ±1,0 %, и кислородом газообразным особой чистоты по ТУ 2114-001-05798345-2007, объемная доля выше 99,0 %.

Абсолютную погрешность измерений объемной доли кислорода в канале измерения расхода Δφ₀ рассчитать по формуле (10):

$$\Delta\phi_0 = \phi_{0\text{изм}} - \phi_{0\text{эт}}, \quad (10)$$

где $\phi_{0\text{изм}}$ – значение объемной доли кислорода, измеренное анализатором, %;

$\phi_{0\text{эт}}$ – значение объемной доли кислорода, указанное в паспорте к баллону, %.

Результаты считать положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности не превышают ± 2 %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

При положительных результатах первичной и периодической поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. №2510. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах анализатор к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. №2510.

Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник ОИ-100 ФБУ «Ивановский ЦСМ»
Инженер по метрологии 1 категории ФБУ «Ивановский ЦСМ»

Ю.Р. Кулагин
Г.А. Расшивалин