

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2025г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки контроля расхода воздушного потока многофункциональные УКРМ-21

## **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-382-2024**

Москва  
2024

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки установок контроля расхода воздушного потока многофункциональных УКРМ-21 (далее – установки) и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода (исполнения УКРМ-21-02 и УКРМ-21-02Р) от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$ , $\text{м}^3/\text{ч}$	от 0,06 до 6,6
Диапазон измерений скорости потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей) (исполнение УКРМ-21-01) от $V_{\min}$ до $V_{\max}$ , $\text{м}/\text{с}$	от 0,15 до 40,0
Диапазон измерений температуры потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей), $^{\circ}\text{C}$	от -40 до +60
Диапазон измерений влажности потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей), %	от 10 до 95
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода $Q$ , % (исполнения УКРМ-21-02 и УКРМ-21-02Р): – от $Q_{\min}$ до $0,095 \cdot Q_{\max}$ – от $0,095 \cdot Q_{\max}$ до $Q_{\max}$	$\pm(1 + \frac{5 \times Q_{\min}}{Q})$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема, %, в зависимости от диапазона объемного расхода $Q$ (исполнения УКРМ-21-02 и УКРМ-21-02Р): – от $Q_{\min}$ до $0,095 \cdot Q_{\max}$ – от $0,095 \cdot Q_{\max}$ до $Q_{\max}$	$\pm(2 + \frac{5 \times Q_{\min}}{Q})$ $\pm 3,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей) $V$ в диапазоне от 0,15 до 0,5 $\text{м}/\text{с}$ , % (исполнение УКРМ-21-01)	$\pm(25 - 20 \frac{(V - V_{\min})}{0,35})$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей) $V$ в диапазоне от 0,5 до 40,0 $\text{м}/\text{с}$ , % (исполнение УКРМ-21-01)	$\pm 5,0$
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры потока воздуха и негорючих газов (газовых смесей), $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,4$
Пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности воздуха и негорючих газов (газовых смесей), %	$\pm 5,0$

1.3 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых установок:

- к государственным первичным эталонам единиц температуры ГЭТ34-2020 и ГЭТ35-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 г. №2712;

- к государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока ГЭТ150-2012 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 г. №2815;

- к государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации

углеводородов гэт151-2020 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 г. № 2415;

- к государственному первичному эталону единиц объёмного и массового расходов газа гэт118-2017 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. №1133.

1.4 В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

1.5 Допускается проведение первичной поверки установок в части отдельных измерительных каналов, периодической поверки установок для меньшего числа измеряемых величин и на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ) на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – 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 средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	3.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа 84 до 106

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемую установку и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %; Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д, рег. №71394-18
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон единицы объемного и массового расходов газа 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 №1133 в диапазоне значений от 0,06 до 6,6 м <sup>3</sup> /ч, с относительной погрешностью не более ±0,3 % Рабочий эталон единицы температуры 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 №2712 в диапазоне значений от -40 до +60 °C, с абсолютной погрешностью не более ±0,2 °C Эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3456 Эталон единицы относительной влажности воздуха не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 №2415 в диапазоне значений от 10 до 95 %, с абсолютной погрешностью не более ±1 %	Установка поверочная газовая "Аврора" модификация N, рег. № 82840-21 Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2, рег. №65421-16 Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1, рег. №19736-11 Гигрометр Rotronic мод. HygroLog NT (рег. № 26379-10)

## Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталон единицы скорости воздушного потока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 №2815 в диапазоне значений от 0,15 до 40,0, с абсолютной погрешностью не более $\pm(0,005+0,005V)$ , где $V$ – измеренная скорость воздушного потока	Установка аэродинамическая измерительная ЭМС 0,05/60-240, (рег. № 70034-17)
	Средства воспроизведения и поддержания температуры и влажности: диапазон воспроизведения температуры от -40 °C до +60 °C; диапазон воспроизведения влажности от 10 до 95 %	Климатическая камера MNK-1000 CN

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

**6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При поверке установки выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование, применяемое при проведении поверки.

**7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается:

- соответствие внешнего вида установки описанию и изображению, приведенному в описании типа СИ;
- соответствие комплектности, маркировки установки требованиям эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера на корпусе прибора;
- отсутствие внешних дефектов, повреждений и следов коррозии, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики поверяемой установки.

7.2 Установка, не удовлетворяющая требованиям п.п. 7.1, не подлежит поверке до устранения неисправностей и несоответствий. После их устранений внешний осмотр проводят в полном объеме.

**8 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)**

8.1 При подготовке к поверке выполнить следующие работы:

- подготовить установку и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- проверить правильность монтажа установки на поверочных установках, электрических цепей и заземления, согласно эксплуатационным документам;
- проверить пневматические фитинги и надежность их соединения;
- установку и средства поверки выдержать при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

Подключить установку согласно руководству по эксплуатации, проверить герметичность соединений эталона вместе с поверяемым СИ.

Провести проверку работоспособности (опробование) эталонной и поверяемой установок. При помощи эталона расхода газа устанавливают расход в диапазоне от 10 до 100 % верхнего предела измерений расхода установки (объемный расход контролируем по показаниям установки).

Включить блок обработки информации БОИ-21, на экране отобразится номер версий встроенного программного обеспечения (далее – ПО) подключенного БИ-21 и БОИ-21.

8.2 Результаты опробования считать положительными, если на дисплее БОИ-21 отображаются наименование изделия, название компании-производителя и текущие версия встроенного ПО, отображается измеренный объемный расход и объема газа.

8.3 При отрицательных результатах пункта 8.2, установка бракуется. Информацию о забракованной установке передать владельцу.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения проводить следующим образом.

9.2 При включении прибора считать идентификационные данные встроенного ПО БИ-21 и БОИ-21 с дисплея БОИ-21. Для взаимодействия с ПК используется программа «Конфигуратор УКРМ-21». Прикладное ПО Конфигуратор УКРМ-21 не является метрологически значимым. «Конфигуратор УКРМ-21» служит для просмотра баз данных результатов измерений.

9.3 Проверка идентификационных данных ПО считается выполненной успешной, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям из таблицы 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Встроенное ПО БИ-21	Встроенное ПО БОИ-21	Прикладное ПО
Идентификационное наименование ПО	–	–	Конфигуратор УКРМ-21
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.X.Y*	2.0.X.Y*	не ниже 1.X.Y*
Цифровой идентификатор ПО	–	–	*
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	–	–	MD5

Примечание:

\* «X.Y» не относится к метрологически значимой части ПО. X, Y принимают значения от 0 до 99. Фактический номер версии ПО и цифровой идентификатор вносится в паспорт при выпуске из производства.

9.4 При отрицательных результатах пункта 9.3, установка бракуется. Информацию о забракованной установке передать владельцу.

## 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.1.1 Установку (БДТВ-1 (БДТВ-2) или в сборе с узлом контроля УК-1(УК-2)) поместить в климатическую камеру.

10.1.2 Чувствительный элемент термометра сопротивления платинового вибропрочного ТСПВ-2 (далее – термометр) поместить предельно близко к чувствительному элементу установки, а выводы термометра подключить к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ 8.10М1 (далее – МИТ).

10.1.3 При помощи органов управления климатической камеры установить режим температуры минус 40 °С. После стабилизации показаний по термометру и достижения

состояния теплового равновесия (не менее 15-ти минут после установления показаний по термометру) зарегистрировать показания измеренных значений температуры установки и эталонного термометра, а затем определить абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta T_j$  по формуле

$$\Delta T_j = t_{\text{изм } ij} - t_{\text{эт } j}, \quad (1)$$

где:  $\Delta T_j$  – рассчитанная абсолютная погрешность измерений температуры в  $j$ -ой точке  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{\text{изм } ij}$  – измеренное значение температуры установкой в  $j$ -ой точке,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{\text{эт } j}$  – измеренное значение температуры эталонным термометром в  $j$ -ой точке,  $^{\circ}\text{C}$ .

10.1.4 Повторить операции по п. 10.1.3 в точках минус  $25^{\circ}\text{C}$ ; плюс  $10^{\circ}\text{C}$ , плюс  $35^{\circ}\text{C}$ ; плюс  $60^{\circ}\text{C}$ .

10.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема (выполняется только для исполнений УКРМ-21-02 и УКРМ-21-02Р)

Допускается проводить поверку только по объемному расходу и объему.

Определение относительной погрешности измерений проводят на поверочных установках в следующей последовательности:

10.2.1 Установить поверяемую установку на поверочную установку, включить питание поверяемой установки и выбрать режим «Проверка» в соответствии с её эксплуатационной документацией.

10.2.2 Задать на поверочной установке значение объемного расхода, соответствующее значениям:  $Q_{\min}$ ;  $0,1 \cdot Q_{\max}$ ;  $0,2 \cdot Q_{\max}$ ;  $0,5 \cdot Q_{\max}$ ;  $Q_{\max}$ ;

где:  $Q_{\min}$  – минимальное значение объемного расхода,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{\max}$  – максимальное значение объемного расхода,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Отклонение значения задаваемого объемного расхода от номинального значения задаваемого объемного расхода не должно превышать  $\pm 5\%$  в диапазоне объемного расхода свыше  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $\pm 10\%$  в диапазоне объемного расхода до  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  включительно, при условии, что задаваемое значение объемного расхода лежит в диапазоне измерений объемного расхода поверяемой установки.

10.2.3 Определить значение относительной погрешности измерений объемного расхода установки методом сравнения показаний установки с показаниями поверочной установки. Относительную погрешность объемного расхода  $\delta_{Qi}$  или объема  $\delta_{Vi}$  определить по формулам

$$\delta_{Qi} = \frac{Q_{\text{изм } i} - Q_{\text{эт } i}}{Q_{\text{эт } i}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

$$\delta_{Vi} = \frac{V_{\text{изм } i} - V_{\text{эт } i}}{V_{\text{эт } i}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где:  $Q_{\text{изм } i}$  – значение расхода по показаниям установки в  $i$ -ой точке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{\text{эт } i}$  – значение расхода по показаниям поверочной установки в  $i$ -ой точке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_{\text{изм } i}$  – значение объема по показаниям установки в  $i$ -ой точке,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{эт } i}$  – значение объема по показаниям поверочной установки в  $i$ -ой точке,  $\text{м}^3$ .

10.3 Определение относительной погрешности измерений скорости воздушного потока проводить на поверочной установке по следующим пунктам (выполняется только для исполнения УКРМ-21-01):

- узел контроля УК-1 установки закрепить в зоне равных скоростей рабочего участка поверочной установки, стрелка на корпусе узла контроля УК-1 должна совпадать с направлением воздуха в рабочем участке поверочной установки;

- плавно изменять скорость воздушного потока в рабочем участке поверочной установки в точках равных 0,15 м/с; 10 м/с; 20 м/с; 30 м/с; 40 м/с;
- на каждой точке по показаниям установки фиксировать значения скорости воздушного потока;
- в каждой контрольной точке провести не менее трех измерений, вычислить среднее значение и рассчитать относительную погрешность измерений скорости воздушного потока  $\delta_i$  по формуле

$$\delta_i = \frac{V_{измi} - V_{устi}}{V_{устi}} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где:  $\delta_i$  – рассчитанная относительная погрешность измерений скорости воздушного потока в  $i$ -ой точке, %;

$V_{измi}$  – измеренное установкой значение скорости воздушного потока в  $i$ -ой точке, м/с;

$V_{устi}$  – установленное поверочной установкой значение скорости воздушного потока в  $i$ -ой точке, м/с.

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха

10.4.1 Подготовить к работе эталонное средство измерений (далее – гигрометр) и средство задания относительной влажности воздуха (далее – климатическая камера) в соответствии с их ЭД.

10.4.2 Поместить установку (БДТВ-1 (БДТВ-2) или в сборе с узлом контроля УК-1(УК-2)) совместно с гигрометром в климатическую камеру.

10.4.3 Установить в камере температуру плюс  $30 \pm 5$  °С и значение относительной влажности воздуха 50 %. После стабилизации показаний по гигрометру (не менее 15-ти минут после установления показаний гигрометра) зарегистрировать показания измеренных значений относительной влажности воздуха установки и гигрометра, а затем определить абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха  $\Delta\phi_i$  по формуле

$$\Delta\phi_i = \phi_{измi} - \phi_{этi}, \quad (5)$$

где:  $\Delta\phi_i$  – рассчитанная абсолютная погрешность измерений относительной влажности воздуха в  $i$ -ой точке %;

$\phi_{измi}$  – измеренное значение относительной влажности воздуха установкой в  $i$ -ой точке, %;

$\phi_{этi}$  – измеренное значение относительной влажности воздуха гигрометром в  $i$ -ой точке, %.

10.4.4 Повторить измерения по п. 10.4.3 в точках 10 %; 30 %; 70 %; 95 % диапазона измерений относительной влажности воздуха установки.

#### 10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

10.5.1 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанные по формулам (1), (2) или (3), (4), (5) значения погрешностей установки на каждой поверочной точке, при каждом измерении не превышают предельно допустимых значений, указанных в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.5.2 Если полученные значения погрешности превышают предельно допустимые значения, указанные в таблице 1, поверяемая установка признаётся непригодной к применению.

### 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки установка признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в объеме проведенной поверки и на установку выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим порядком проведения поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки установка признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на установку выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Разработал  
Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Г.С. Володарская