

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по научной работе–

Заместитель директора по качеству

ФГУП «ВНИИР»



В.А. Фафурин

2016 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ АУРС-М

Методика поверки

МП 0514-1-2016

г. Казань
2016 г.

Настоящая инструкция распространяется на установки поверочные АУРС-М (далее – установки), предназначенные для воспроизведения и измерения объемного расхода и объема газа при поверке и калибровке ультразвуковых, диафрагменных, ротационных, турбинных, вихревых расходомеров и счетчиков газа, а также ротаметров, аспираторов и устройств пробоотборных.

Настоящая инструкция устанавливает методику первичной и периодической поверок. Интервал между поверками- 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (п. 6.1);
- опробование (п. 6.2);
- определение метрологических характеристик (п. 6.3);

- оформление результатов поверки (п. 7).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки установок применяют следующие средства поверки:

- рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ Р 8.840–2013 в диапазоне абсолютного давления от 0 до 130 кПа;
- рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012 в диапазоне избыточного давления от 0 до 2,5 кПа;
- рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558–2009 в диапазоне температуры от плюс 15 до плюс 25 °С;
- эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.022–91 в диапазоне силы электрического постоянного тока от 0 до 25 мА;
- частотомер электронный счетный ЧЗ-86А (регистрационный номер 45245-10), номинальное значение частоты внутреннего кварцевого генератора 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за 12 месяцев по истечении времени установления рабочего режима $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ %.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации установок и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.2 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

3.3 Подключение средств поверки к установке и её составным частям проводится в соответствии с эксплуатационными документами средств поверки и установки.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При поверке соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;

- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
 - атмосферное давление от 84 до 106 кПа.
- 4.2 Измеряемая среда – воздух.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведение градуировки измерительных каналов абсолютного давления, дифференциального давления, температуры, относительной влажности и объемного расхода (ультразвуковых преобразователей малых расходов для модификации АУРС-М-65-Р) в соответствии с приложениями Г и Д руководства по эксплуатации установки;
- подготовка к работе установки и средств поверки в соответствии с эксплуатационными документами на них;
- проверка наличия действующих сертификатов о калибровке критических сопел с относительной расширенной неопределенностью не более 0,25%.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Проводят проверку соответствия внешнего вида, комплектности и маркировки требованиям эксплуатационных документов путем внешнего осмотра.

Результат проверки считают положительным, если:

- комплектность соответствует, указанной в паспорте;
- на установке отсутствуют механические повреждения, препятствующие ее применению;
- номер установки, маркировка и основные характеристики, указанные на шильдике, соответствуют данным, приведенным в паспорте;
- имеется действующее свидетельство о поверке на измеритель влажности и температуры ИВТМ-7;
- надписи и обозначения на установке и шильдике четкие и соответствуют требованиям технического описания.

6.2 Опробование

6.2.1 Опробование установки проводят вместе с установленными на ней счетчиками путем создания в ней рабочего расхода воздуха, руководствуясь требованиями руководства по эксплуатации на установку, в следующем объеме:

- проверяют возможность воспроизведения объемного расхода воздуха в заданных точках;
- проверяют работоспособность первичных измерительных преобразователей;
- проверяют работоспособность системы снятия показаний с поверяемых счетчиков;
- проверяют работоспособность системы подсчета импульсов, поступивших от поверяемого счетчика, путем подачи на вход установки секундных импульсов от частотомера электронного счетного.

При опробовании установки модификации АУРС-М-65-Р дополнительно выполняют следующее:

- в соответствии с руководством по эксплуатации переводят установку в режим поверки ротаметров;
- подсоединяют ротаметр к установке;
- убеждаются в плавности движения поплавка ротаметра при регулировании расхода и в индикации измеренного расхода на экране монитора.

Результаты опробования считают положительными, если выполняются требования эксплуатационных документов на установку.

6.2.2 Проверка программного обеспечения.

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения, путем сравнения их с данными, указанными в паспорте. Для индикации идентификационных данных в основном окне программы выбирают вкладку «Сервисы» / «О программе». После чего на экране появится информация о наименовании, номере версии и контрольной сумме программного обеспечения.

Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в паспорте.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение относительной погрешности измерения абсолютного давления производят в следующей последовательности:

а) подключают первичный измерительный преобразователь абсолютного давления к эталону давления и задают последовательно следующие значения абсолютного давления, P_{0j} , 80 кПа, 100 кПа, 130 кПа для преобразователя абсолютного давления канала 1 или 20 кПа, 60 кПа, 100 кПа для канала 2.

Задание давления в каждой j -й точке осуществляют не менее 3-х раз по прямому и обратному ходу. Время измерения каждого ji -го наблюдения должно быть не менее 30 с. Показания канала измерения давления регистрируют на дисплее и за результат наблюдений в каждой j -й точке принимают значение, наиболее отличающееся от заданного эталонного давления (P_{jmax});

б) вычисляют для каждого j -го режима относительную погрешность измерения по формуле

$$\delta_{pj} = \frac{(P_{jmax} - P_{0j})}{P_{0j}} \cdot 100 \quad (1)$$

в) в качестве относительной погрешности измерений давления принимают максимальное значение δ_{pj} , %.

Полученные результаты считают положительными, если значения погрешности не превышают $\pm 0,2$ % для канала 1 или $\pm 0,5$ % для канала 2.

6.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения дифференциального давления производят в следующей последовательности:

а) устанавливают все первичные измерительные преобразователи дифференциального давления к коллектору (от 1 до 7 в зависимости от комплектности установки), подключают коллектор к эталону давления и задают последовательно значения перепада давления, ΔP_{0j} , равные: 0 Па, 100 Па, 500 Па, 1000 Па.

Задание режимов в каждой j -й точке осуществляют не менее 3-х раз по прямому и обратному ходу. Время измерения каждого ji -го наблюдения должно быть не менее 30 с.

Показания измерительного канала дифференциального давления регистрируют на дисплее и выдают на печать. За результат наблюдений в каждой j -й точке принимают значение, наиболее отличающееся от заданного эталонного дифференциального давления, ΔP_{jmax} , кПа;

б) вычисляют для каждого j -го режима абсолютную погрешность измерения по формуле

$$\Delta_{\Delta Pj} = \Delta P_{jmax} - \Delta P_{0j} \quad (2)$$

в) в качестве абсолютной погрешности измерения дифференциального давления принимают максимальное значение $\Delta_{\Delta Pj}$.

Полученные результаты считают положительными, если значения погрешности не превышают $\pm (10 + 0,01 \Delta P)$ Па.

6.3.3 Определение абсолютной погрешности измерения температуры

Определение абсолютной погрешности измерения температуры проводят в следующей последовательности:

а) устанавливают преобразователь температуры в водяной термостат и задают последовательно значения температуры t_{0j} , равные 15 °С; 20 °С; 25 °С.

Измерения осуществляют не менее трех раз. Время измерений каждого i -го наблюдения должно быть не менее 30 с. Показания измерительного канала температуры регистрируют на дисплее и выдают на печать.

б) по результатам наблюдений вычисляют абсолютную погрешность измерения температуры, Δt_{ij} , °С, по формуле

$$\Delta t_{ij} = t_{ij} - t_{0ij} \quad (3)$$

За результат наблюдений в каждой j -й точке принимают значение, наиболее отличающееся от заданной эталонной температуры;

в) в качестве абсолютной погрешности измерения температуры принимают максимальное значение Δt_{ij} .

Полученные результаты считают положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,2$ °С.

6.3.3 Определение преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) в значение относительной влажности

Отключают измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 и к соответствующему каналу подключают эталон единицы силы постоянного электрического тока, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока, соответствующий значениям влажности. В качестве реперных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА, значения которых в единицах влажности равны 0 %; 24,75 %; 49,5 %; 74,25 %, 99 % соответственно, ϕ_{0j} , %

в) показания измерительного канала влажности регистрируют на дисплее, за результат наблюдений в каждой j -й точке принимают значение, наиболее отличающееся от заданного значения влажности, $\phi_{j\text{изм}}$, %;

г) по результатам измерений рассчитывают абсолютную погрешность преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) в значение относительной влажности в каждой j -й точке, $\Delta \phi_j$, %, по формуле:

$$\Delta \phi_j = \phi_{j\text{изм}} - \phi_{0j}, \quad (4)$$

Результаты по данному пункту методики поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) в значение относительной влажности не превышают $\pm 0,5$ % относительной влажности.

6.3.4 Определение относительной погрешности измерения интервала времени

Определение погрешности измерения интервала времени проводят в следующей последовательности:

– к импульсному входу установки подключают частотомер электронный счетный ЧЗ-86А (выход генератора частоты со значением 1 Гц);

– в меню программы выбирают вкладку «База данных» / «Поверка счетчиков», затем выбирают тип счетчика «Тест»;

– устанавливают параметры режима 200, 100, 50 и задают количество импульсов 200, 100, 50;

– открывают кран К2 и запускают режим «Поверка»;

– в папке TechReports программы в файле технического протокола считывают время

накопления заданного количества импульсов τ_{ij} для каждого набора импульсов.

Относительную погрешность измерения интервала времени δ_τ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{ij} - \tau_{0ij}}{\tau_{0ij}} \cdot 100, \quad (5)$$

где τ_{ij} – время накопления заданного количества импульсов, измеренное установкой, с;
 τ_{0ij} – время прохождения секундных импульсов частотомера электронного счетного ЧЗ-86А, с.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность измерения интервала времени не превышает $\pm 0,01$ %.

6.3.5 Определение относительной погрешности измерения объема (объемного расхода) воздуха

Относительную погрешность измерения объема (объемного расхода) воздуха δ_{Q_v} , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Q_v} = \pm \sqrt{\delta_{Q_0}^2 + \delta_{K_i}^2 + \delta_{K_\varphi}^2 + \delta_{K_\rho}^2} \quad (6)$$

где δ_{Q_0} – относительная погрешность определения объемного расхода воздуха, приведенного к температуре 20°C и относительной влажности 60 %, прошедшего через критические сопла, %;
 δ_{K_i} – относительная погрешность определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через критические сопла от температуры воздуха перед ним, %;
 δ_{K_φ} – относительная погрешность определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через критические сопла от относительной влажности, %;
 δ_{K_ρ} – относительная погрешность определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через критические сопла от отношения плотностей воздуха перед соплом и поверяемым средством измерений, %.

Относительную погрешность определения объемного расхода воздуха, приведенного к температуре 20 °С и относительной влажности 60 %, через i -ое критическое сопло принимают равным значению, приведенному в сертификате о калибровке (принимается равной $\pm 0,25$ %).

Относительную погрешность определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через сопла от температуры воздуха перед ним, δ_{K_i} , %, рассчитывают по формуле (7) или принимают равной $\pm 0,034$ %

$$\delta_{K_i} = 0,5 \cdot \frac{\Delta_t}{273,15 + t} \cdot 100 \quad (7)$$

где Δ_t – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С;
 t – измеренное значение температуры, °С.

Относительную погрешность определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через сопла от относительной влажности, δ_{K_φ} , %, принимают равной $\pm 0,00013$ % или вычисляют, учитывая сложную математическую взаимосвязь через конечные приращения аргументов $Y(P, T, \varphi)$ и функции $F(K_\varphi)$. В качестве крайних значений приращений аргументов задают их абсолютные погрешности и вычисляют значение функции. Методом перебора крайних значений аргументов находят наибольшее отклонение функции от ее значения при номинальных значениях аргументов, которое принимается как границы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента K_φ .

Функциональная зависимость $F(K_\rho)$ имеет следующий вид

$$Q_{or} = \frac{K_i K_\varphi}{K_\rho} \sum_{i=1}^n Q_{0i} \quad (8)$$

- где Q_{or} – объемный расход воздуха, приведенный к условиям измерения поверяемого средства измерений, измеренный установкой, м³/ч;
 K_i – коэффициент, учитывающий зависимость объемного расхода критического сопла от температуры воздуха перед ним;
 K_φ – коэффициент, учитывающий зависимость объемного расхода критического сопла от относительной влажности перед ним;
 K_ρ – коэффициент, учитывающий зависимость объемного расхода критического сопла от отношения плотностей воздуха перед соплом и поверяемым средством измерений;
 Q_{0i} – объемный расход воздуха через i -е критическое сопло, приведенный к температуре 20 °С и относительной влажности 60 %, м³/ч.

Коэффициент K_i вычисляют по формуле

$$K_i = \sqrt{\frac{273,15 + t}{293,15}} \quad (9)$$

Коэффициент K_φ вычисляют по формуле

$$K_\varphi = \frac{K_{\varphi 0}}{K_{\varphi c}} \quad (10)$$

- где $K_{\varphi c}$ – значение коэффициента при стандартных условиях ($P = 101,325$ кПа; $T = 293,15$ К; $\varphi = 60$ %);
 $K_{\varphi 0}$ – значение коэффициента при рабочих условиях на входе в критическое сопло, вычисляемое по формуле:

$$K_{\varphi 0} = 1 + 0,169 \cdot \frac{\phi_0}{100} \cdot f(P_0, T_0) \cdot \frac{f(T_0)}{P_0} \cdot 10^{-3} \quad (11)$$

- где ϕ_0 – относительная влажность на входе в критическое сопло, %;
 P_0 – абсолютное давление на входе в критическое сопло, кПа;
 T_0 – температура на входе в критическое сопло, К.

$$f(P_0, T_0) = 1,00062 + 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot P_0 + 5,6 \cdot 10^{-7} (T_0 - 273,15)^2 \quad (12)$$

$$f(T_0) = e^{1,2811810^{-5} \cdot T_0^2 - 1,9509910^{-2} \cdot T + 34,04926 - 6,3536310^3 \cdot T_0^{-1}} \quad (13)$$

Коэффициент K_ρ для q -го счетчика на j -м режиме вычисляют по формуле

$$K_{\rho qj} = \frac{P_{cqi} T_{0j}}{P_{0j} T_{cqi}} = \left(1 + \frac{\Delta P_{qi}}{P_{0j}} \right) \frac{T_{0j}}{T_{cqi}} \quad (14)$$

- где P_{cqi} – абсолютное давление воздуха на входе q -го счетчика на j -м режиме, кПа;
 T_{0j} – абсолютная температура воздуха на входе в критическое сопло на j -м режиме, К;
 P_{0j} – абсолютное давление воздуха на входе в критическое сопло на j -м режиме, кПа;
 T_{cqi} – абсолютная температура воздуха на входе в q -й счетчик на j -м режиме, К;
 ΔP_{qi} – перепад давления на участке от входного коллектора до входа в q -й счетчик на j -м режиме, кПа.

Пределы относительной погрешности определения коэффициента, учитывающего зависимость объемного расхода через критические сопла от отношения плотностей воздуха перед соплом и поверяемым средством измерений, δ_{K_p} , вычисляют по формуле

$$\delta_{K_p} = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta P_q}{P_0} \cdot \delta_{P_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\Delta P_q}}{P_0} \cdot 100\right)^2 + 2\delta^2_T} \quad (15)$$

где δ_{P_0} – относительная погрешность измерения абсолютного давления, %;
 $\Delta_{\Delta P_q}$ – абсолютная погрешность измерения перепада давления, кПа.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема воздуха, $\delta_{V_{ar}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{V_{ar}} = \pm \sqrt{\delta^2_{Q_{ar}} + \delta^2_{\tau_j}} \quad (16)$$

где $\delta_{Q_{ar}}$ – относительная погрешность измерения объемного расхода воздуха в рабочих условиях, %;
 δ_{τ_j} – относительная погрешность измерения интервала времени, %.

Результаты поверки считают положительными, если рассчитанные пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объема воздуха в рабочих условиях не превышают $\pm 0,3$ %.

6.3.7 Определение относительной погрешности измерения объема (объемного расхода) воздуха ультразвуковыми преобразователями малых расходов (для модификации АУРС-М-65-Р).

Поверку проводят путем сличения показаний установки измеренного расхода воздуха с помощью критических сопел и ультразвуковых преобразователей малых расходов. Измерения проводят не менее чем в семи точках диапазона измерения объемного расхода каждого ультразвукового преобразователя малых расходов, равномерно распределенных по всему рабочему диапазону измерения объемного расхода. Измерение в каждой точке объемного расхода повторяют не менее пяти раз.

Рассчитывают калибровочный коэффициент в i -той точке объемного расхода при j -том измерении, KF_{ij} , по формуле

$$KF_{ij} = \frac{Q_{Эij}}{Q_{ij}} \quad (17)$$

где $Q_{Эij}$ – объемный расход, измеренный ПУ в i -той точке объемного расхода при j -том измерении, приведенный к условиям измерений расходомером, м³/ч;
 Q_{ij} – объемный расход, измеренный расходомером в i -той точке объемного расхода при j -том измерении, м³/ч.

Рассчитывают среднее арифметическое значение результатов определений калибровочных коэффициентов в i -той точке объемного расхода, KF_i , по формуле

$$KF_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n KF_{ij}, \quad (18)$$

где n – количество измерений в i -ой точке.

Рассчитывают среднее квадратическое отклонение среднего арифметического в i -ой точке объемного расхода, S_{KF_i} , %, по формуле

$$S_{KF_i} = \frac{100}{KF_i} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (KF_{ij} - KF_i)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (19)$$

Исключают грубые погрешности, используя критерий Граббса. Для этого вычисляют критерий Граббса в i -той точке объемного расхода, G_i , по формулам:

$$G_{1i} = \frac{|KF_{MAXi} - KF_i|}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (KF_j - KF_i)^2}{n-1}}} \quad (20)$$

$$G_{2i} = \frac{|KF_i - KF_{MINi}|}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (KF_j - KF_i)^2}{n-1}}} \quad (21)$$

где KF_{MAXi} – наибольшее значение калибровочного коэффициента в i -той точке объемного расхода;
 KF_{MINi} – наименьшее значение калибровочного коэффициента в i -той точке объемного расхода.

Сравнивают критерии Граббса, рассчитанные по формулам (21) и (22), с теоретическими значениями критерия Граббса, G_T , (таблица критических значений критерия Граббса приведена в Приложении Б);

если $G_{1i} > G_T$ то KF_{MAXi} исключают как маловероятное значение, если $G_{2i} > G_T$ то KF_{MINi} исключают как маловероятное значение;

если $G_{1i} \leq G_T$ то KF_{MAXi} не считают промахом и оставляют, если $G_{2i} \leq G_T$ то KF_{MINi} не считают промахом и оставляют;

Повторяют операции с учетом исключенных KF_j и процедуру проверки наличия грубых погрешностей до исключения всех грубых погрешностей.

Рассчитывают доверительные границы (без учета знака) случайной составляющей погрешности в i -той точке объемного расхода, ε_i , %, по формуле

$$\varepsilon_i = t \cdot S_{KF_i}, \quad (22)$$

где t – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 и количеству измерений в i -ой точке, находят по Приложению А.

Рассчитывают относительную погрешность измерений объема (объемного расхода) воздуха ультразвуковыми преобразователями малых расходов в i -той точке объемного расхода, δ_{Q_i} , %, по формуле

$$\delta_{Q_i} = \frac{\varepsilon_i + \Theta_{\varepsilon}}{S_{KF_i} + \frac{\Theta_{\varepsilon}}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{\varepsilon}^2}{3} + S_{KF_i}^2}, \quad (23)$$

где Θ_{ε} – неисключенная систематическая погрешность (принимается равной пределам относительной погрешности установки, при измерении с помощью критических сопел $\pm 0,3\%$), %.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность измерения объема (объемного расхода) воздуха ультразвуковыми преобразователями малых расходов не превышает $\pm 0,5\%$.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием диапазонов измерения объемного расхода, давления, перепада давления, температуры. Диапазон измерения объемного расхода определяется набором применяемых критических сопел.

7.2 При положительных результатах поверки на установку выписывается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывается:

- диапазон измерений;
- пределы допускаемой погрешности.

7.3 Отрицательные результаты поверки установки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». При этом свидетельство аннулируется, клеймо гасится. Выписывают извещение о непригодности к применению установки с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТЬЮДЕНТА

Коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений $n-1$

$n-1$	$P = 0,95$	$n-1$	$P = 0,95$
3	3,182	16	2,120
4	2,776	18	2,101
5	2,571	20	2,086
6	2,447	22	2,074
7	2,365	24	2,064
8	2,306	26	2,056
9	2,262	28	2,048
10	2,228	30	2,043
12	2,179	∞	1,96
14	2,145		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ КРИТЕРИЯ ГРАББСА

Критические значения для критерия Граббса при количестве измерений n согласно ГОСТ Р 8.736-2011.

Таблица Б.1 – Критические значения G_T для критерия Граббса

n	G_T
3	1,155
4	1,481
5	1,715
6	1,887
7	2,020
8	2,126
9	2,215
10	2,290
11	2,355
12	2,412
13	2,462
14	2,507
15	2,549
16	2,585
17	2,620
18	2,651
19	2,681
20	2,709
21	2,733
22	2,758
23	2,781
24	2,802
25	2,822
26	2,841
27	2,859
28	2,876
29	2,893
30	2,908
31	2,924
32	2,938
33	2,952
34	2,965
36	2,991
38	3,014
40	3,036