

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог – начальник ЦМИ
АО «СНИИП»



А.В. Журавлев

«30» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Установки для измерения объёмной активности
радиоактивных газов УДАС-04А**

Методика поверки

МП 1500.63-21

г. Москва
2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на установки для измерения объемной активности радиоактивных газов УДАС-04А (далее – УДАС-04А), изготовленные обществом с ограниченной ответственностью «НТЦ Амплитуда», г. Москва, Зеленоград, и устанавливает методы и средства, обеспечивающие реализацию методики поверки (первичной при выпуске из производства и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации).

При поверке обеспечивается прослеживаемость поверяемых УДАС-04А к Государственному первичному эталону единиц активности и объемной активности нуклидов в бета-активных газах ГЭТ 20-2014 методом прямых измерений с применением рабочего эталона – радиометра газов в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений активности и объемной активности бета-активных газов, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2827, и к Государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 методом косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений активности и объемной активности бета-активных газов, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2827, с применением радионуклидных источников альфа- и бета-излучения – рабочих эталонов 2 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841.

Интервал между поверками составляет 2 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Операции, выполняемые при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений:			
Проверка диапазона измерений объемной активности бета-излучающих газов и определение основной относительной погрешности измерений с применением рабочего эталона - радиометра газа	10.1.1	Да	Нет
Проверка диапазона измерений объемной активности бета-излучающих газов и определение основной относительной погрешности измерений с применением источников типа 1С0	10.1.2	Нет	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проведении поверки с применением рабочего эталона - радиометра газа	11.1	Да	Нет

Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проведении поверки с применением источников типа 1С0	11.2	Нет	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

2.2 По заявлению владельца УДАС-04А или лица, представившего ее на поверку, допускается проводить поверку на любом из поддиапазонов измерений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Поддиапазоны измерений УДАС-04А

Параметр	Значение параметра			
	1	2	3	4
Номер поддиапазона измерений, <i>k</i>				
Поддиапазоны измерения объемной активности бета-излучающих радионуклидов, Бк/м ³	От 1·10 ⁴ до 1·10 ⁶	От 1·10 ⁶ до 1·10 ⁸	От 1·10 ⁸ до 1·10 ¹⁰	От 1·10 ¹⁰ до 3·10 ¹⁰

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться при нормальных условиях по ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха при 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверку могут проводить сотрудники (поверители) организаций, аккредитованных на право поверки средств измерений характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант, ознакомленные с руководством по эксплуатации УДАС-04А и допущенные к работам с закрытыми источниками ионизирующих излучений в установленном порядке.

4.2 Поверка проводится одним (и более) поверителем.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Основные и вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1.1	Рабочий эталон в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений активности и объемной активности бета-активных газов, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2827 - радиометр газов; диапазон измерений объемной активности бета-активных газов от $5 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^{12}$ Бк/м ³ , пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 10\%$
10.1.1	Газ ⁸⁵ Kr, 1 ампула типа Г-1, ГОСТ 25057-81, активность не менее 10^9 Бк
10.1.2	Рабочие эталоны не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841 - радионуклидные радиометрические источники бета-излучения ¹³⁰ Co активностью от 10 до $5,6 \cdot 10^5$ Бк: 1-й источник с активностью в диапазоне от 10 до $1 \cdot 10^2$ Бк; 2-й источник с активностью в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^3$ Бк; 3-й источник с активностью в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ Бк; 4-й источник с активностью в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $5,6 \cdot 10^5$ Бк
8	Термогигрометр ИВА-6Н (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 46434-11)

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки (основных и вспомогательных), с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемым УДАС-04А.

5.3 Используемые эталонные средства измерений должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, предусмотренные документами:

- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010);
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (утвержденные Приказом Минтруда России № 328н от 24.07.2013г.);
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом № 6 Министерства энергетики Российской Федерации от 13.01.2003,
- действующие на предприятии инструкции по радиационной безопасности.

Примечание – При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет. Если заменен ссылочный нормативный документ, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- подтверждение соответствия внешнего вида УДАС-04А согласно описанию типа;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, тип и заводской номер УДАС-04А) и исправных пломб на корпусе УДАС-04А;
- отсутствие механических повреждений корпуса, органов управления и соединительных кабелей;
- наличие клеммы заземления.

7.2 Результаты операции поверки считать положительными, если УДАС-04А соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1 методики поверки.

7.3 При нарушении требований п. 7.1 УДАС-04А к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При подготовке к поверке необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на УДАС-04А;
- изучить эксплуатационную документацию на средства поверки;
- провести измерения температуры, относительной влажности, давления воздуха в месте проведения поверки УДАС-04А. Результаты измерений занести в протокол поверки;
- подготовить УДАС-04А в соответствии с п. 2.2 Руководства по эксплуатации АЖНС.412123.009РЭ (далее – РЭ);
- подготовить к работе все средства измерений в соответствии с технической документацией на них;
- заземлить все приборы и оборудование, применяемые при поверке, путем соединения клеммы заземления с шиной защитного заземления помещения.

8.2 При опробовании провести проверку работоспособности УДАС-04А, для этого необходимо в соответствии с п. 2.2.1 РЭ включить УДАС-04А. При включении УДАС-04А происходит самотестирование.

8.3 Результаты операции поверки считать положительными, если автоматическое самотестирование при включении установки не выявило неисправностей УДАС-04А.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для подтверждения соответствия программного обеспечения (далее – ПО) УДАС-04А требованиям, указанным в описании типа, необходимо провести проверку идентификационных данных встроенного ПО. Для этого провести следующие операции:

- включить УДАС-04А, дождаться установления рабочего режима;
- считать с дисплея УДАС-04А идентификационное наименование и версию ПО.

9.2 Результаты операции поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО УДАС-04А соответствуют данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	УДАС-04А
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v1.X.Y*
* 1 – метрологически значимая часть; X.Y – метрологически незначимая часть.	

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Проверка диапазона измерений объёмной активности бета-излучающих газов и определение основной относительной погрешности измерений

Проверку проводят двумя способами:

- с применением рабочего эталона - радиометра газа (далее – рабочий эталон) - при первичной поверке;
- с применением рабочих эталонов не ниже 2-го разряда – источников радионуклидных радиометрических бета-излучения ^{130}C (далее – источник ^{130}C) - при периодической поверке.

10.1.1 Проверка диапазона измерений объёмной активности бета-излучающих газов и определение основной относительной погрешности измерений с применением рабочего эталона - радиометра газа

10.1.1.1 Соединить рабочий эталон объёмной активности бета-излучающих газов и поверяемый УДАС-04А в соответствии со схемой подключения, показанной на рисунке 1.

Примечание - Соединение с линией с ^{85}Kr может быть изменено в соответствии конструкцией рабочего эталона.

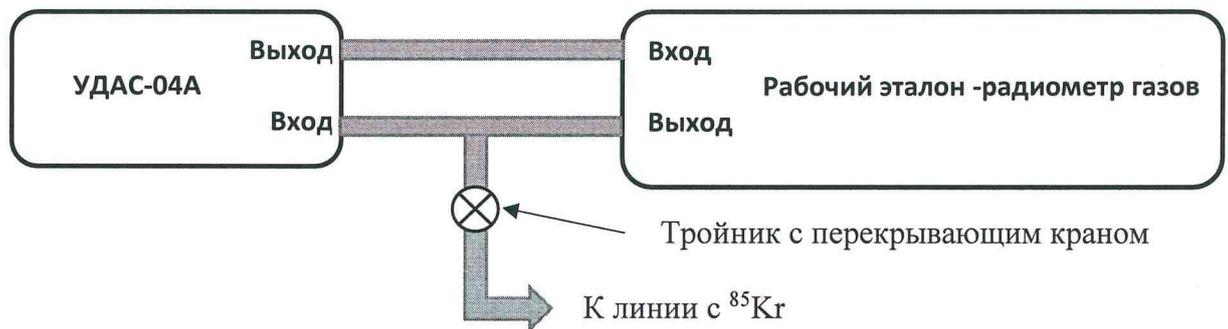


Рисунок 1 - Схема подключения УДАС-04А к рабочему эталону объёмной активности бета-излучающих газов

10.1.1.2 Включить рабочий эталон и УДАС-04А.

10.1.1.3 Заполнить измерительные камеры рабочего эталона и УДАС-04А газом ^{85}Kr с объёмной активностью, соответствующей первому значению из таблицы 5, из резервуара, подключенного в кольцевую схему через тройник с перекрывающим краном.

Таблица 5 – Значения объёмной активности бета-излучающего газа ^{85}Kr

Параметр	Значение параметра			
	1	2	3	4
Номер поддиапазона измерений, k	1	2	3	4
Объёмная активность бета-излучающего газа ^{85}Kr , Бк/м ³	От $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^6$	От $1 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$	От $1 \cdot 10^8$ до $1 \cdot 10^{10}$	От $1 \cdot 10^{10}$ до $3 \cdot 10^{10}$
Время измерения T , с, не менее	1000	600	100	100

10.1.1.4 Прокачать объёмы измерительных камер рабочего эталона и УДАС-04А с помощью насоса рабочего эталона в течение не менее 5 минут.

10.1.1.5 Зафиксировать по 10 показаний значений объёмной активности ^{85}Kr , измеренных рабочим эталоном $Q_{эти}$ и УДАС-04А Q_{xi} , Бк/м³.

10.1.1.6 Повторить операции по п. 10.1.1.3 – 10.1.1.5 для остальных поддиапазонов измерений объемной активности из таблицы 5.

10.1.2 Проверка диапазона измерений объемной активности бета-излучающих газов и определение основной относительной погрешности измерений с применением источников типа 1С0

10.1.2.1 Включить УДАС-04А.

10.1.2.2 Установить 1-й источник 1С0 с активностью, соответствующей первому значению из таблицы 6, в УДАС-04А в соответствии с указаниями п.3.3.7 РЭ.

Таблица 6 – Значения активности источников 1С0

Параметр	Значение параметра			
	1	2	3	4
Номер поддиапазона измерений, k	1	2	3	4
Активность источника 1С0, Бк	От 10 до 100	От $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^3$	От $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$	От $1 \cdot 10^4$ до $5,6 \cdot 10^5$
Время измерения T , с, не менее	300	100	50	50

10.1.2.3 Зафиксировать 10 показаний значений объемной активности, измеренных УДАС-04А Q_{yi} , Бк/м³.

10.1.2.4 Извлечь источник из УДАС-04 в соответствии с п. 3.3.7 РЭ

10.1.2.5 Повторить операции по п. 10.1.2.2 - 10.1.2.4 для 2 – 4-го источников 1С0 с активностью, соответствующей второму – четвертому значению таблицы 6.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для подтверждения соответствия УДАС-04А установленным при утверждении типа метрологическим требованиям к относительной погрешности измерений объемной активности бета-излучающих газов для измерений, выполненных с применением рабочего эталона (по п. 10.1.1), провести следующие расчеты для всех поверяемых поддиапазонов объемной активности (k).

11.1.1 Вычислить среднее арифметическое значение объемной активности, измеренное рабочим эталоном в k -ом поддиапазоне в соответствии с таблицей 5 $\bar{Q}_{эт}^k$, Бк/м³, по формуле

$$\bar{Q}_{эт}^k = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{эти}^k}{m}, \quad (1)$$

где $Q_{эти}^k$ - объемная активность, зарегистрированная рабочим эталоном при i - ом измерении в k -ом поддиапазоне, Бк/м³

m - количество измерений, равное 10.

11.1.2 Вычислить среднее арифметическое значение объемной активности, измеренное УДАС-04А в k -ом поддиапазоне \bar{Q}_x^k Бк/м³, по формуле

$$\bar{Q}_x^k = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{xi}^k}{m}, \quad (2)$$

где Q_{xi}^k - объемная активность, зарегистрированная УДАС-04А при i - ом измерении в k -ом поддиапазоне, Бк/м³;

m - количество измерений, равное 10.

11.1.3 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений в k -ом поддиапазоне $\hat{\sigma}_x^k, \%$, по формуле

$$\hat{\sigma}_x^k = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Q_{xi}^k - \bar{Q}_x^k)^2}{m-1}}}{\bar{Q}_x^k} \cdot 100, \quad (3)$$

11.1.4 Вычислить оценку систематической составляющей погрешности измерений в k -ом поддиапазоне $\hat{\theta}_x^k \%$, по формуле

$$\hat{\theta}_x^k = \left| \frac{\bar{Q}_x^k - \bar{Q}_{\text{ЭТ}}^k}{\bar{Q}_{\text{ЭТ}}^k} \right| \cdot 100 \quad (4)$$

11.1.5 Вычислить границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 в k -ом поддиапазоне $\delta_x^k, \%$ по формуле

$$\delta_x^k = \pm \sqrt{(\hat{\theta}_x^k + \delta_{\text{ЭТ}})^2 + (1,96 \cdot \hat{\sigma}_x^k)^2} \quad (5)$$

где $\delta_{\text{ЭТ}}$ – относительная основная погрешность рабочего эталона, %

11.1.6 Результаты операции поверки считать положительными, если для каждого k -го поверяемого поддиапазона измерений объемной активности границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 не превышают $\pm 20 \%$.

11.2 Для подтверждения соответствия УДАС-04А установленным при утверждении типа метрологическим требованиям к относительной погрешности измерений объемной активности бета-излучающих газов для всех измерений, выполненных с применением k источников типа 1С0 (по п. 10.1.2), провести следующие расчеты:

11.2.1 Рассчитать опорное значение объемной активности для каждого k -го источника из таблицы 6 Q_0^k , Бк/м³ по формуле

$$Q_0^k = K \cdot A^k \quad (6)$$

где K – коэффициент, приведенный в паспорте на УДАС-04А, 1/м³,

A^k – активность k -го источника, скорректированная на дату измерений, Бк.

11.2.2 Вычислить среднее арифметическое значение объемной активности, измеренное УДАС-04А при установленном k -ом источнике \bar{Q}_y^k , Бк/м³, по формуле

$$\bar{Q}_y^k = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{yi}^k}{m}, \quad (7)$$

где Q_{yi}^k – объемная активность, зарегистрированная УДАС-04А в i -ом измерении при установленном k -ом источнике, Бк/м³;

m – количество измерений, равное 10.

11.2.3 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений при установленном k -ом источнике $\hat{\sigma}_y^k, \%$ по формуле

$$\hat{\sigma}_y^k = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Q_{yi}^k - \bar{Q}_y^k)^2}{m-1}}}{\bar{Q}_y^k} \cdot 100, \quad (8)$$

где m – количество измерений;

11.2.4 Вычислить оценку систематической составляющей погрешности измерений при установленном k -ом источнике $\hat{\theta}_x^k$, % по формуле

$$\hat{\theta}_y^k = \left| \frac{\bar{Q}_y^k - \bar{Q}_0^k}{\bar{Q}_0^k} \right| \cdot 100 \quad (9)$$

11.2.5 Вычислить границы относительной основной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 при установленном k -ом источнике δ_y^k , % по формуле

$$\delta_y^k = \pm \sqrt{(\hat{\theta}_y^k + \delta_{\text{эт}}^k)^2 + (1,96 \cdot \hat{\sigma}_y^k)^2} \quad (10)$$

где $\delta_{\text{эт}}^k$ – доверительные границы погрешности k -го источника - рабочего эталона, %

11.2.6 Результаты поверки считать положительными, если для каждого k -го значения объемной активности границы основной относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 не превышают ± 20 %.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки. Форма протокола поверки произвольная. В протоколе должны быть указаны следующие данные:

- наименование документа «Протокол поверки»;
- наименование поверяемого средства измерений;
- наименование организации, проводящей поверку;
- наименование организации, которой принадлежит средство измерений;
- наименование изготовителя средства измерений;
- дата и место проведения поверки;
- условия проведения поверки по п. 8.1
- эталоны и вспомогательное оборудование;
- результаты поверки внешнего вида, опробования, подтверждения соответствия программного обеспечения (ПО) СИ;
- результаты поверки метрологических характеристик.

12.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

12.3 Положительные и отрицательные результаты поверки оформляются в соответствии с действующим порядком.