



СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

Т. Б. Змачинская

22 апреля 2025 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Анализаторы электропроводности ЕС3000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1600-2924-2025

2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы электропроводности ЕС3000 (далее – анализаторы), предназначенные для измерения удельной электропроводности и температуры водных растворов на объектах энергетики, химической, металлургической, фармацевтической и других отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, в составе газоочистного и другого промышленного оборудования, и устанавливает методы первичной поверки до ввода в эксплуатацию и периодической поверки в процессе эксплуатации, а также после ремонта.

Требования по обеспечению прослеживаемости поверяемых анализаторов к государственным первичным эталонам единиц величин выполняются путем применения средств измерений, применяемых в качестве эталонов, прослеживаемых к государственным первичным эталонам:

ГЭТ132-2018 «Государственный первичный эталон единицы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне от 0,001 до 50 См/м» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 марта 2025 г. № 609 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей»;

ГЭТ34-2020 «ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2712 от 19.11.2024 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

В настоящей методике используются методы:

- непосредственного сличения поверяемого анализатора с рабочим эталоном единицы удельной электрической проводимости жидкостей;
- косвенных измерений с использованием мер электрического сопротивления;
- непосредственного сличения поверяемого анализатора с рабочим эталоном единицы температуры.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
5. Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, поверка прекращается.

2.3 Выполнение поверки в сокращенном объеме в соответствии с пунктом 18 приложения 1 к приказу Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию

свидетельства о поверке» не предусмотрено.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 70 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители из числа работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, аккредитованных на проведение поверки в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на прибор и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки (эталон единицы величин, стандартные образцы, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
Контроль условий проведения поверки (п. 8.1)	Средства измерений температуры окружающего воздуха. Диапазон измерений температуры от +10 °С до +30 °С, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха. Диапазон измерений относительной влажности от 25 % до 75 %, пределы допускаемой погрешности измерений ± 3 %.	
	Средства измерений атмосферного давления. Диапазон измерений от 85 до 106 кПа, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям (п. 10)	<i>Рабочие эталоны единицы удельной электрической проводимости жидкостей 2-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 27 марта 2025 г. № 609.</i> Диапазон измерений удельной электрической проводимости от $1 \cdot 10^{-4}$ до 50 См/м, пределы допускаемой относительной погрешности измерений УЭП $\pm 0,5$ %	Установка кондуктометрическая поверочная КПУ-1, рег. № в ФИФ 31468-06
	Меры электрического сопротивления с диапазоном воспроизведения сопротивления от 0,002 до 110000 Ом, класс точности 0,02/2·10 ⁻⁶	Магазин сопротивления Р4831, рег. № в ФИФ 6332-77

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
	Средства измерений температуры в диапазоне от 0 до 50 °С, пределы допускаемой погрешности измерений температуры не более $\pm 0,05$ °С.	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № в ФИФ 61806-15
	Средства измерений времени. Диапазон измерений интервалов времени от 0 с до 3600 с, дискретность измерений 0,2 с, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,6$ с.	Секундомер механический однострелочный СОСпр-26-2-000, рег. № 83109-21
	Водяной термостат с диапазоном регулирования температуры от 0 до 50 °С, допускаемое отклонение температуры контролируемой среды в пределах $\pm 0,2$ °С	Термостат JULABO F12-ED
	Средства измерений массы. Пределы измерений от 5 до 6100 г, КТ 2, предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ г	Весы лабораторные ВЛТ, рег. № в ФИФ 19874-02
	Стаканы для растворов вместимостью от 500 до 1000 см ³	Стаканы стеклянные для растворов вместимостью от 500 до 1000 см ³ по ГОСТ 25336-82.
	Посуда мерная лабораторная стеклянная по ГОСТ 1770-74	
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018	
	Калий хлористый ХЧ по ГОСТ 4204-77	
¹⁾ Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик анализатора с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые анализаторы и применяемые средства поверки.

При проведении поверки должны быть соблюдены правила безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие анализатора следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида анализатора описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность;
- исправность органов управления;
- соответствие комплектности (при первичной поверке) и маркировки анализатора эксплуатационным документам;
- наличие заводского номера.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если СИ соответствует перечисленным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке:

- Провести контроль условий поверки.
- Средства поверки и поверяемый анализатор должны быть выдержаны в помещении, в котором проводят поверку, в течение 1 часа.
- Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационными документами.

- Приготовить 2 М водный раствор соли KCl (152,6 г KCl на 1 дм³ раствора, плотность при 20 °С 1,090 г/см³). Затем, разбавляя этот раствор дистиллированной водой, готовят 1 дм³ раствора KCl с УЭП (100 – 180) мСм/см, используя рабочий эталон 2-го разряда. Приготовленные растворы УЭП выдерживать перед использованием не менее 12 часов в герметичной емкости при нормальных условиях.

8.2 Опробование

При опробовании включают анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации, проверяют отсутствие сообщений об ошибках и отказах при прохождении процедуры диагностики состояния прибора. Выполняют пробное измерение.

С помощью приготовленного раствора УЭП производят градуировку анализатора в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации. Для этого приготовленный раствор налить в сосуд объемом (500 – 1000) мл и выдержать в термостате при температуре $(25 \pm 0,2)$ °С 30 минут. Измерить температуру раствора УЭП, убедиться, что она соответствует $(25 \pm 0,2)$ °С.

Промыть датчики рабочего эталона 2-го разряда и поверяемого анализатора приготовленным раствором УЭП.

Провести измерение УЭП рабочим эталоном 2-го разряда и поверяемым анализатором, погружая датчики в раствор таким образом, чтобы не образовывались воздушные пузыри.

Не вынимая датчика поверяемого анализатора из раствора, установить на преобразовательном блоке такую постоянную (константу) датчика электропроводности, при которой показания поверяемого анализатора χ будут равны показаниям рабочего эталона 2-го разряда $\chi_{\text{эт}}$. Для установки постоянной датчика согласно руководству по эксплуатации необходимо последовательно войти в «MAIN MENU» → «CALIBRATION» → «Insert Cell» (рис. 1).

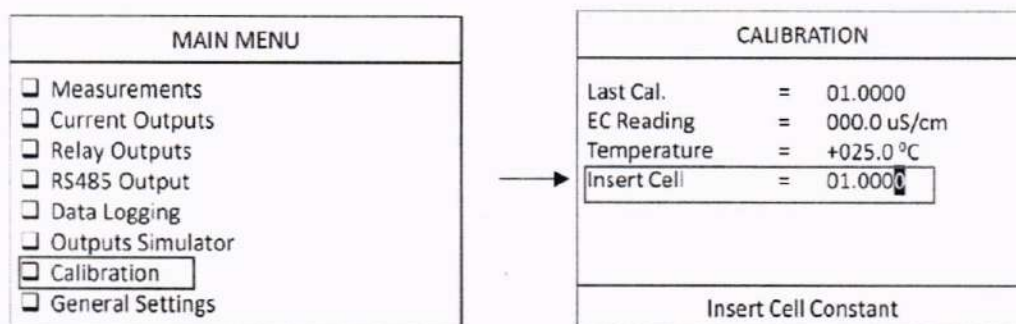


Рисунок 1 – Страница установки константы датчика электропроводности

Зафиксировать полученное значение (C_d) постоянной датчика электропроводности поверяемого анализатора, в дальнейших измерениях принимать за действительное значение постоянной датчика.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных данных выполняют, проверяя соответствие версии ПО, отображаемой в разделе «Software Version» в меню общих настроек «General Setting» преобразовательного блока, данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	HW
Номер версии	не ниже V1.00
Цифровой идентификатор ПО	SW

Результат проверки считают положительным, если отображаемые на дисплее анализатора идентификационные данные соответствуют приведенным в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведенной погрешности анализатора при измерении УЭП

Определение приведенной погрешности анализатора при измерении УЭП производят поэлементным методом.

В сосуд объемом (500 – 1000) мл наливают раствор KCl. Датчик поверяемого анализатора должен быть промыт в дистиллированной воде и погружен в раствор KCl на глубину выше отверстия для выхода воздуха.

Размещают электролитическую ячейку рабочего эталона 2-го разряда и сосуд с раствором KCl в одинаковых температурных условиях при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Включают поверяемый анализатор и рабочий эталон 2-го разряда. Включают насос и устанавливают проток раствора KCl через электролитическую ячейку рабочего эталона 2-го разряда. Отключают температурную компенсацию у поверяемого анализатора и рабочего эталона 2-го разряда.

После установления термического равновесия определяют значение УЭП раствора $\chi_{\text{эт}}$ по рабочему эталону 2-го разряда. Фиксируют установившееся значение УЭП раствора χ по поверяемому анализатору.

10.1.1 Определение относительной погрешности определения электролитической постоянной датчиков

Для имитации температуры анализируемой среды и имитации УЭП подключают два магазина сопротивления R4831 (схема на рис. А1, приложение А). На магазине сопротивлений устанавливают такое значение, чтобы показания анализатора по температуре были равны 25°C . (При выборе типа температурного зонда NTC30K имитирующее сопротивление устанавливают $\approx 30\text{ кОм}$).

Подбором сопротивления добиться установления показаний анализатора, соответствующих показаниям χ , полученным по раствору KCl. Фиксируют выбранное сопротивление $R_{\text{им}}$. Выполняют измерения три раза с интервалом в несколько минут, каждый раз вынимая датчик анализатора и заново погружая его в раствор.

Рассчитывают электролитическую постоянную датчика $C_{\text{им}}$, см^{-1} , для каждого из трех измерений по формуле:

$$C_{\text{им}} = \frac{\chi_{\text{эт}} \cdot R_{\text{им}}}{10^3},$$

где $\chi_{\text{эт}}$ – имитируемое значение УЭП, мСм/см ;

$R_{\text{им}}$ – значение имитирующего сопротивления, Ом .

Рассчитывают среднее арифметическое значение электролитической постоянной датчика $C_{\text{ср}}$ по результатам трех измерений.

Рассчитывают относительную погрешность определения электролитической постоянной датчика δ_d , %, по формуле:

$$\delta_d = \frac{C_{\text{ср}} - C_d}{C_d} \cdot 100 \, \%.$$

10.1.2 Определение относительной погрешности преобразовательного блока при измерении УЭП

Определение относительной погрешности преобразовательного блока при измерении УЭП производят в трех точках диапазона в режиме с отключенной термокомпенсацией. Значения сопротивления $R_{им}$, устанавливаемые на магазине сопротивления в зависимости от типа применяемого датчика, указаны в таблице 4. Фиксируют показания χ , мСм/см, анализатора в режиме измерения УЭП.

Таблица 4

Тип датчика	Значение сопротивления, устанавливаемого на магазине сопротивления, $R_{им}$, Ом		
	Начальный участок диапазона измерений (15 – 25) %	Средний участок диапазона измерений (45 – 55) %	Верхний участок диапазона измерений (75 – 85) %
S-8505-EN1-S10FF (диапазон до 500 мСм/см)	5	2	1,25
C-E204-EC6-S10FF (диапазон до 300 мСм/см)	10	4	2,5

Рассчитывают для всех точек относительную погрешность преобразовательного блока $\delta_{БП}$ при измерении УЭП по формуле:

$$\delta_{БП} = \frac{\chi - \chi_{рас}}{\chi} \cdot 100 \%,$$

Значение УЭП $\chi_{рас}$, мСм/см, для рабочей температуры $(25 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ рассчитывается по формуле:

$$\chi_{рас} = \frac{C_d \cdot 10^3}{R_{им}},$$

где C_d – электролитическая постоянная датчика, занесенная в память анализатора.

10.1.3 Определение приведенной погрешности анализатора

Рассчитывают максимальное значение суммарной относительной погрешности анализатора, δ_{max} , %, по формуле:

$$\delta_{max} = \pm(|\delta_d| + |\delta_{БПmax}|),$$

где $\delta_{БПmax}$ – максимальное из всех определенных выше значений относительной погрешности блока преобразовательного.

Рассчитывают значение абсолютной погрешности анализатора при измерении УЭП $\Delta_{уэп}$, мСм/см, для точек с максимальной суммарной относительной погрешностью по формуле:

$$\Delta_{уэп} = \frac{\delta_{max}}{100 \%} \cdot \chi,$$

где χ , мСм/см – значение УЭП в точках с максимальной суммарной относительной погрешностью.

Рассчитывают значение приведенной погрешности анализатора при измерении УЭП $\delta_{уэп}$, %:

$$\delta = \frac{\Delta_{уэп}}{\chi_d} \cdot 100 \%,$$

где χ_d – значение удельной электрической проводимости, равное разности верхнего и нижнего пределов диапазона измерений, мСм/см.

Результат проверки считают удовлетворительным, если δ не превышает $\pm 1 \%$.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры анализируемой среды

В термостат помещают датчик и термометр лабораторный электронный ЛТ-300.

С помощью термостата поочередно устанавливают температуру $(25,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$, $(0,5 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$, $(49,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$. Выдерживают датчик проводимости при каждой температуре 15 мин, фиксируют после выдержки показания анализатора по температуре t_d и показания эталонного термометра $t_{\text{эт}}$.

Погрешность измерения температуры Δt определяют по формуле:

$$\Delta t = t_d - t_{\text{эт}}, ^\circ\text{C}.$$

Результаты проверки считают положительными, если Δt не превышает $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$.

11 Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки заносят в протокол.

11.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, утвержденным приказом Минпромторга России № 2906 от 28.08.2020.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке в установленной форме или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.4 В целях предотвращения несанкционированного доступа к узлам настройки (регулировки) средств измерений в местах, предусмотренных конструкцией, по завершении поверки аккредитованным на поверку лицом устанавливаются мастичные пломбы, содержащие изображение знака поверки.

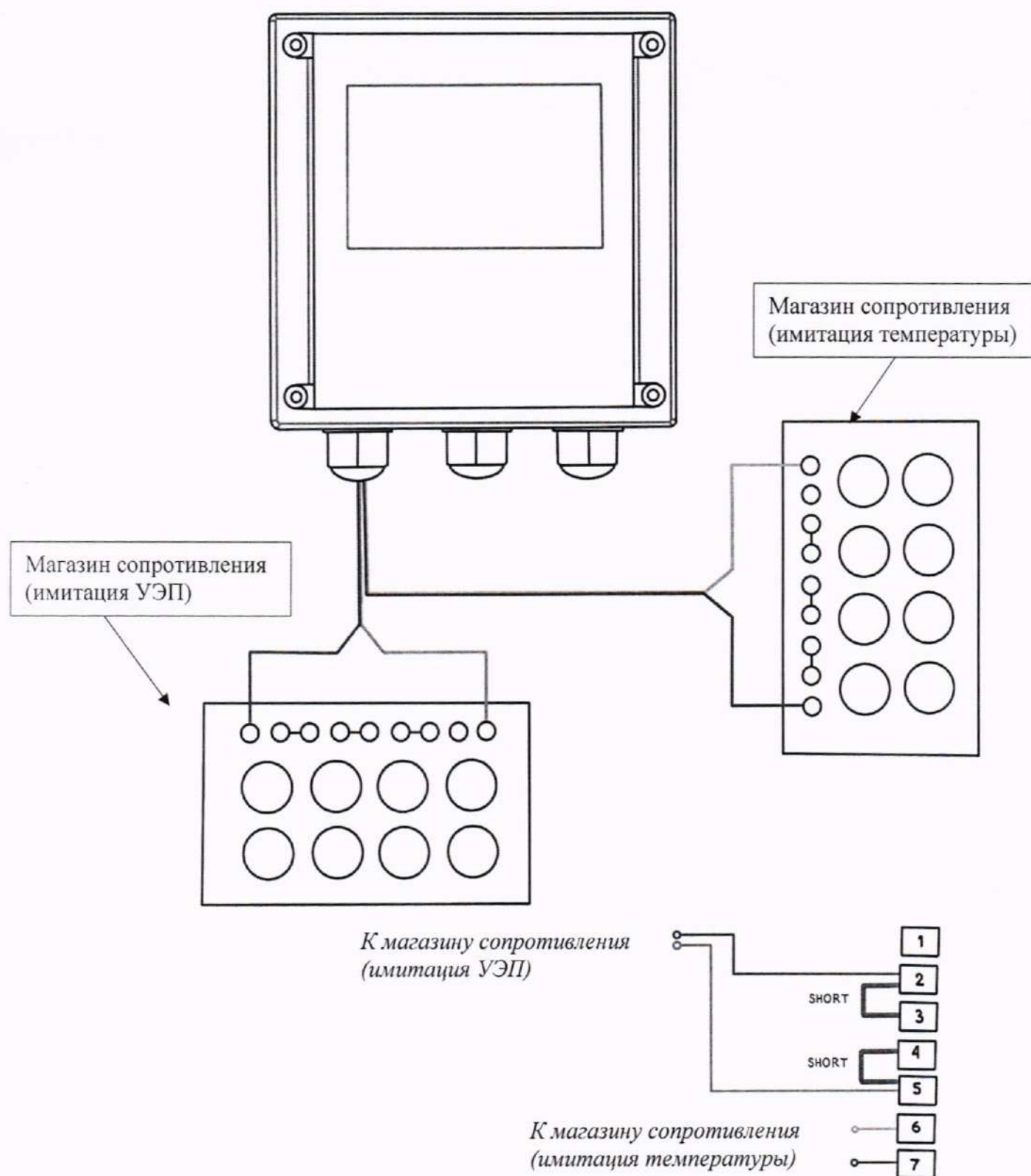


Рисунок А1