



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«01» августа 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ
ЭЛСАР-Р**

Методика поверки

РТ-МП-552-442-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на комплексы программно-аппаратные ЭЛСАР-Р (далее – ПАК) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А;

ГЭТ 13-2023 ГПЭ единицы электрического напряжения в соответствии с Приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

ГЭТ 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

ГЭТ 1-2022 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с Приказом Росстандарта от 13.10.2022 №2360 об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;

ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

ГЭТ 35-2021 ГПЭ единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений на эталонных средствах поверки.

2 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.3	Да	Да
4 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Нет	Нет
4 Определение метрологических характеристик средств измерений	10	Да	Да
- определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1	Да*	Да*
- определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	10.1	Да*	Да*
- определение погрешности измерений силы постоянного тока	10.2	Да*	Да*
- определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока	10.2	Да*	Да*

- определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока	10.3	Да*	Да*
- определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления	10.4	Да*	Да*
- определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	10.5	Да*	Да*
- определение погрешности измерений частоты	10.6	Да*	Да*
6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
* – проверка проводится для вида входного/выходного сигнала и диапазона, запрограммированного в ПАК, в соответствии с документом ЛСНР.421457.000 ТЭ5, «Таблица подключения», с указанием объема проведенных работ при оформлении результатов поверки			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на ПАК.

Обязательные требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют. При поверке ПАК по месту эксплуатации, рекомендуется два специалиста непосредственно поверитель и специалист по обслуживанию ПАК.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, 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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне значений от плюс 18 °С до плюс 25 °С, $\Delta t = \pm 0,5$ °С; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне значений от 30 % до 80 %, $\Delta \varphi \pm 3,0$ %	Прибор комбинированный Testo 622, per. №53505-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Рабочий эталон напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 10 В, 3 разряда по приказу Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 20 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 Рабочий эталон электрического сопротивления постоянного тока, в диапазоне значений от 0 до 400 Ом, 4 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ, рег. №54727-13 (далее – КМ300) Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р3026, рег. № 8478-91 (далее – ММЭС)
п.10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	Рабочий эталон напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 10 В, 3 разряда по приказу Росстандарта от 28.07.2023 № 1520	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ, рег. №54727-13 (далее – КМ300)
п.10.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока	Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 20 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ, рег. №54727-13 (далее – КМ300)
п.10.3 Определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока	Рабочий эталон электрического сопротивления постоянного тока, в диапазоне значений от 0 до 400 Ом, 4 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 34563	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р3026, рег. № 8478-91 (далее – ММЭС)
п.10.4 Определение погрешности измерений температуры термopеобразователями сопротивления	Рабочий эталон электрического сопротивления постоянного тока, в диапазоне значений от 0 до 400 Ом, 4 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 34563	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р3026, рег. № 8478-91 (далее – ММЭС)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.5 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	Рабочий эталон напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 100 мВ, 3 разряда по приказу Росстандарта от 28.07.2023 № 1520	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ, рег. №54727-13 (далее – КМ300)
п.10.6 Определение погрешности измерений частоты	Рабочий эталон частоты в диапазоне значений от 0 до 10 кГц, 5 разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 №2360	Генератор сигналов произвольной формы 33622А, рег. №59755-15 (далее - ГС)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям: - приказа Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы; - приказа Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока; - приказа Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А; - приказа Росстандарта от 26.09.2022 №2360 об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты; - приказа Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и ПАК.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре ПАК проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и эксплуатационной документации на ПАК;
- отсутствие видимых повреждений ПАК, которые могут повлиять на метрологические характеристики.

ПАК, не отвечающие перечисленным требованиям, признаются не пригодными к эксплуатации и дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3 с помощью термометра и гигрометра (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в помещении, где проводятся операции поверки.

Результат измерений температуры и относительной влажности должны находиться в пределах, указанных в разделе 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствие.

8.2 Подготовка к поверке

ПАК и средства поверки подключить к сети электропитания и прогреть в течение не менее 30 мин. ПАК подключить в персональному компьютеру (ПК) и загрузить программу АРМ.

8.3 Опробование

В соответствии с конфигурацией, отображенной в документе ЛСНР.421457.000 И20, «Инструкция по проверке измерительных каналов и каналов аналогового управления» подключить соответствующий источник входного сигнала (КМ300, ММЭС, ГС). Подать на вход соответствующий схеме поверки сигнал. Убедиться, что при изменении величины сигнала, подаваемой на вход, изменяются результаты измерений, отображаемые на мониторе ПК.

При отсутствии реакции на изменение входного сигнала, либо показаний от измеряемого сигнала дальнейшую поверку не проводят до устранения причин.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Не проводится.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Поверка проводится на всех соответствующих входах/выходах, для всех измеряемых/воспроизводимых видов сигналов, отображенных в документе ЛСНР.421457.000 И20, «Инструкция по проверке измерительных каналов и каналов аналогового управления» в двух крайних точках диапазона измерений и двух – трёх точках внутри диапазона.

10.1 Определение погрешности измерений/воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение погрешности измерений/воспроизведения напряжения постоянного тока выполнять методом прямых измерений.

В режиме измерений воспроизведение значений напряжения постоянного тока осуществлять с помощью КМ300. Результат измерений снимается с экрана ПК.

В режиме воспроизведения, значения воспроизводимого сигнала наблюдается на экране ПК, а измеренного снимается с дисплея КМ300.

Отсчет результатов измерений и воспроизведения ПАК выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение приведенной погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока γ_U , % рассчитать по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{ПАК}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где $U_{\text{ПАК}}$ – показания ПАК, В;
 $U_{\text{эт}}$ – показания КМ300, В;

$U_{\max}$, $U_{\min}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений/воспроизведения напряжения постоянного тока, В.

Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.2 Определение погрешности измерений/воспроизведения силы постоянного тока

Определение погрешности измерений/воспроизведения силы постоянного тока выполнять методом прямых измерений.

В режиме измерений воспроизведение значений силы постоянного тока осуществлять с помощью КМ300. Результат измерений снимается с экрана ПК.

В режиме воспроизведения, значения воспроизводимого сигнала наблюдается на экране ПК, а измеренного снимается с дисплея КМ300.

Отсчет результатов измерений ПАК и КМ300 выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение приведенной погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока γ_I , % рассчитать по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{ПАК}} - I_{\text{ЭТ}}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{\text{ПАК}}$ – показания ПАК, мА;

$I_{\text{ЭТ}}$ – показания КМ300, мА;

$I_{\max}$, $I_{\min}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений/воспроизведения силы постоянного тока, мА.

Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.3 Определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока

Определение погрешности измерений электрического сопротивления выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений сопротивления постоянного тока осуществлять с помощью меры сопротивлений Р3026.

Отсчет результатов измерений ПАК выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления γ_R , % рассчитать по формуле

$$\gamma_t = \frac{R_{\text{ПАК}} - R_{\text{ЭТ}}}{R_{\max} - R_{\min}} \cdot 100 \quad (3)$$

где $R_{\text{ПАК}}$ – показания ПАК, °С;

$R_{\text{ЭТ}}$ – установленное значение электрического сопротивления, Ом;

$R_{\max}$, $R_{\min}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений, Ом.

10.4 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления

Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений сопротивления постоянного тока, эквивалентных значениям температуры соответствующих термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, осуществлять с помощью ММЭС для градуировочных характеристик, соответствующих запрограммированному входу.

Отсчет результатов измерений ПАК выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение абсолютной погрешности измерений температуры γ_t , % термопреобразователями сопротивления рассчитать по формуле

$$\gamma_t = \frac{t_{\text{ПАК}} - t_{\text{эт}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 100 \quad (4)$$

где $t_{\text{ПАК}}$ – показания ПАК, °С;

$t_{\text{эт}}$ – установленное значение температуры, °С;

$t_{\text{max}}, t_{\text{min}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений, °С.

Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.5 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими

Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений напряжения постоянного тока, эквивалентных значениям температуры соответствующих преобразователей термоэлектрических по ГОСТ 8.585-2001, осуществлять с помощью КМ300.

Проверку проводить для градуировочных характеристик соответствующих запрограммированному входу. При этом компенсацию температуры холодного спая на ПАК установить равной 0 °С.

Отсчет результатов измерений ПАК выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение приведенной погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими рассчитать по (4).

Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.6 Определение погрешности измерений частоты

Определение погрешности измерений частоты выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений частоты осуществлять с помощью ГС.

Отсчет результатов измерений ПАК выполнять после стабилизации показаний, примерно через 10-15 секунд после задания контрольного значения.

Значение приведенной погрешности измерений частоты γ_F , % рассчитать по формуле

$$\gamma_F = \frac{F - F_{\text{эт}}}{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где $F_{\text{ПАК}}$ – показания ПАК, Гц;

$F_{\text{эт}}$ – показания ГС, Гц;

$F_{\text{max}}, F_{\text{min}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений, Гц.

Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

По результатам измерений, полученным в п. 10, для каждой контрольной точки вычислить значение приведенной погрешности измерений по (1, 2, 3, 4, 5).

Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений/воспроизведения напряжения/силы постоянного тока, измерений электрического сопротивления, температуры термопреобразователями сопротивления/преобразователями термоэлектрическими и измерений частоты периодического сигнала в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых значений, указанных в приложении А.

Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считать положительные результаты проверок в соответствии с п.п. 10.1 – 10.6.

12 Оформление результатов поверки

Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

В сведениях должна содержаться информация о типе средства измерений с его заводским номером и, в случае поверки не в полном объеме, наименованием поверенной характеристики и диапазоном измерений.

При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории № 442

Зам. начальника лаборатории № 442



И.Н. Свистунов

Д.А. Подобрыйский

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики ПАК

Наименования характеристики	Значение
Диапазон измерений/воспроизведения напряжения постоянного тока*, В	от -10 до +10
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений/воспроизведения напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений/воспроизведения силы постоянного тока*, мА	от -20 до +20
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений/воспроизведения силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянного тока*, Ом	от 0 до 400
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока*, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений температуры термопреобразователями сопротивления*, °C 50 П 100 П Pt 100 50 М 100 М	от -197 до +834 от -197 до +834 от -197 до +834 от -180 до +200 от -180 до +200
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления*, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений температуры преобразователями термоэлектрическими, °C ТХА (К) ТХК (L)	от -200 до +1300 от -200 до +800
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими, %	$\pm 0,1^{**}$
Диапазон измерений частоты*, Гц	от 100 до 10000
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений частоты, %	$\pm 0,05$
Примечания: 1 *- в таблице указаны максимально возможные диапазоны измерений, конкретные значения устанавливаются в зависимости от модификации и номера проекта, но не превышают указанных в таблице; 2 **- без учета погрешности измерений температуры свободных концов.	