



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

С.А. Денисенко



М.п.

«31»

08

2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**КАНАЛЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ (ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ) ЕДИНИЧНОГО
ЭКЗЕМПЛЯРА КОМПЛЕКТА АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ РУЛЕВЫМИ МАШИНАМИ РЕГУЛИРОВАНИЯ
СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КАУ ЭРМ**

Методика поверки

РТ-МП-1019-201/2-2026

г. Москва
2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	6
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	7
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок каналов измерительных (электрическая часть) единичного экземпляра комплекта аппаратуры управления электромеханическими рулевыми машинами регулирования соотношения компонентов КАУ ЭРМ (далее – ИК КАУ ЭРМ).

1.2 ИК КАУ ЭРМ предназначены для измерений постоянного электрического напряжения, силы постоянного электрического тока и электрического сопротивления постоянного тока.

1.3 Определение метрологических характеристик ИК КАУ ЭРМ проводят методом прямых измерений.

1.4 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или для меньшего числа измеряемых величин, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов.

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы электрического сопротивления постоянного тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 «Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления гэт14-2014;

- передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения гэт13-2023;

- передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 «Государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока гэт4-91.

2 Перечень операций поверки

2.1 Для поверки ИК КАУ ЭРМ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке	Да	Да	7.1
Контроль условий поверки	Да	Да	7.2
Опробование средства измерений	Да	Да	7.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Экспериментальные работы по проверке метрологических характеристик ИК КАУ ЭРМ выполняют в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 107;
- напряжение питания от сети переменного тока, В от 207 до 253.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +35 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 0,5$ °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 5,0$ %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 0,5$ кПа	Измерители-регистраторы параметров микроклимата ТКА-ПКЛ (26)-Д, рег. № 76454-19
	Средства измерений переменного электрического напряжения питающей сети в диапазоне измерений от 207 до 253 В на частоте 50 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 2,0$ В	Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12, рег. № 37463-08
9.1 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании электрического сопротивления постоянного тока	Эталоны единицы электрического сопротивления, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 4 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне измерений от 1 Ом до 100 кОм; соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей эталонов и пределов допускаемых значений относительных погрешностей поверяемого средства измерений в условиях поверки должно быть не более 1/3	Калибраторы многофункциональные со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E, рег. № 55804-13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.2 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании постоянного электрического напряжения	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 3 разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне измерений от -32 до +32 В; соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей эталонов и пределов допускаемых значений относительных погрешностей поверяемого средства измерений в условиях поверки должно быть не более 1/3	Калибраторы многофункциональные со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E, рег. № 55804-13
9.3 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании силы постоянного электрического тока	Эталоны единицы силы постоянного электрического тока, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 2 разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне измерений от -3 до +3 А; соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей эталонов и пределов допускаемых значений относительных погрешностей поверяемого средства измерений в условиях поверки должно быть не более 1/3	Калибраторы многофункциональные со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E, рег. № 55804-13
Примечания 1 рег. № - регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки ИК КАУ ЭРМ соблюдают требования безопасности, предусмотренные нормативными документами, принятыми к использованию на объекте размещения ИК КАУ ЭРМ, и требования безопасности, указанные в эксплуатационно-технической документации на ИК КАУ ЭРМ, используемые эталоны, средства измерений и испытательное оборудование.

6 Внешний осмотр

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют комплектность поверяемых ИК КАУ ЭРМ на соответствие описанию типа и эксплуатационной документации.

6.1.2 Проверяют маркировку поверяемых ИК КАУ ЭРМ с указанием типа и заводского номера на соответствие требованиям эксплуатационной документации.

6.1.3 Приборная стойка ИК КАУ ЭРМ и смонтированные в ней компоненты, в т.ч. вспомогательные и соединительные (кабельные разъемы, клеммные колодки, проводные линии связи и т. д.), не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке ИК КАУ ЭРМ прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке.

7.1.1 Проводят проверку наличия и изучают следующие документы:

- эксплуатационно-техническую документацию на ИК КАУ ЭРМ;
- описание типа ИК КАУ ЭРМ.

7.1.2 Запускают ИК КАУ ЭРМ в работу, при необходимости осуществляют отключение линий связи от контролируемого оборудования, устанавливают настройки, необходимые для визуализации результатов измерений на автоматизированном рабочем месте (далее - АРМ) оператора на видеокадрах программы пульта оператора.

7.1.3 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.2 Контроль условий поверки

7.2.1 В непосредственной близости от измерительных компонентов в приборной стойке ИК КАУ ЭРМ с применением средств контроля условий поверки измеряют значения температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, а также измеряют значение напряжения питающей сети переменного тока.

7.2.2 Проверяют соответствие измеренных значений допускаемым условиям проведения поверки, указанным в п. 3.1, и заносят их в протокол поверки.

7.2.3 При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

7.2.4 Определяют возможность применения каждого средства поверки в сложившихся условиях, а также наличие у него дополнительных погрешностей.

7.2.5 При наличии дополнительных погрешностей вычисляют суммарную погрешность средства поверки для каждой измеряемой или воспроизводимой им физической величины путём алгебраического суммирования основной и дополнительных погрешностей.

7.2.6 Проверяют соответствие суммарной погрешности каждого средства поверки требованиям, указанным в таблице 2.

7.2.7 Если средство поверки не может быть применено или его точность не соответствует требованиям, подбирают другое средство поверки либо приостанавливают работы до установления требуемых условий.

7.3 Опробование

7.3.1 Проводят проверки функционирования визуализации измеряемых параметров на видеокадрах программы пульта оператора на АРМ оператора.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 На АРМ оператора в программе пульта оператора открывают окно «О программе» и проверяют идентификационное наименование программного обеспечения (далее - ПО), номер версии ПО и цифровой идентификатор ПО на соответствие данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа ИК КАУ ЭРМ.

8.2 Результаты проверки считают положительными, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа ИК КАУ ЭРМ.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании электрического сопротивления постоянного тока.

9.1.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1, подключая эталон единицы электрического сопротивления (калибратор электрических сигналов, магазин сопротивлений или иное подходящее средство измерений, применяемое в качестве эталона) ко входу исследуемого измерительного канала.

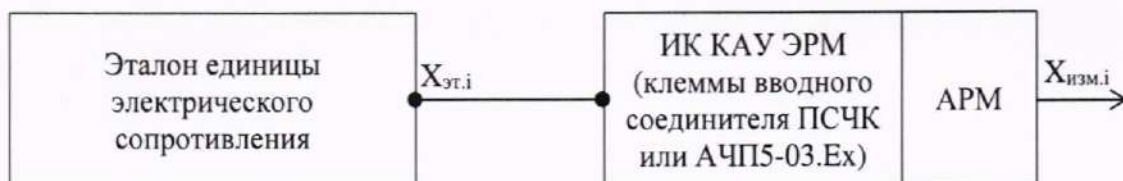


Рисунок 1 - Схема подключений при определении приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании электрического сопротивления постоянного тока

Примечание – для диапазона от 1 до 150 Ом применяется 4-проводная схема подключения эталона (совмещение токовых и потенциальных цепей на его клеммах); для диапазона от 1 до 100 кОм – 2-проводная схема.

9.1.2 Выбирают 5 контрольных значений $X_{эт.i}$, Ом, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измерений электрического сопротивления (например, 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 % и 95-100 % от диапазона) и заносят их в протокол поверки.

9.1.3 Для каждой точки i проводят следующие операции:

9.1.3.1 С использованием органов управления эталона устанавливают контрольное значение электрического сопротивления $X_{эт.i}$, Ом, на входе исследуемого измерительного канала.

9.1.3.2 Считывают с дисплея АРМ и заносят в протокол поверки измеренное значение электрического сопротивления $X_{изм.i}$, Ом; при нестабильности показаний выбирают результат, наиболее отклоняющийся от контрольного значения.

9.1.3.3 Вычисляют и заносят в протокол поверки приведённую погрешность γ_i , %, исследуемого канала по формуле

$$\gamma_i = \frac{X_{изм.i} - X_{эт.i}}{X_{норм}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $X_{норм}$, Ом - нормирующее значение для приведенной погрешности, указанное в описании типа.

Примечание - для диапазона измерений электрического сопротивления от 1 до 100 кОм значения $X_{эт.i}$, $X_{изм.i}$, $X_{норм}$ указываются в кОм.

9.1.4 Отключают эталон от исследуемого канала, восстанавливают изначальное состояние ИК КАУ ЭРМ.

9.1.5 Повторяют операции по пп. 9.1.1 - 9.1.4 для остальных измерительных каналов электрического сопротивления постоянного тока, подлежащих поверке.

9.1.6 Результаты определения приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании электрического сопротивления постоянного тока считают положительными, если в каждой из контрольных точек i выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma|$, где γ , %, – пределы

допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов электрического сопротивления постоянного тока, указанные в описании типа.

9.2 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании постоянного электрического напряжения.

9.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2, подключая эталон единицы постоянного электрического напряжения (калибратор электрических сигналов или иное подходящее средство измерений, применяемое в качестве эталона) в режиме воспроизведения ко входу исследуемого измерительного канала.

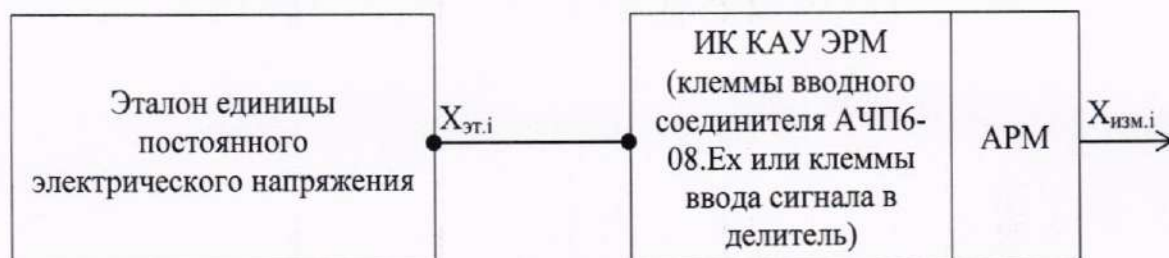


Рисунок 2 - Схема подключений при определении приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании постоянного электрического напряжения

9.2.2 Выбирают 5 контрольных значений $X_{эт.i}$, В, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измерений постоянного электрического напряжения (например, 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 % и 95-100 % от диапазона) и заносят их в протокол поверки.

9.2.3 Для каждой точки i проводят следующие операции:

9.2.3.1 С использованием органов управления эталона устанавливают контрольное значение постоянного электрического напряжения $X_{эт.i}$, В, на входе исследуемого измерительного канала.

Примечание – При задании отрицательных значений напряжения (от -32 до менее 0 В) перед изменением полярности выходного сигнала эталона его выход должен быть обесточен (переведён в режим STANDBY, выход отключён или иным способом снято напряжение), после чего изменяют полярность подключения и вновь включают выход эталона.

9.2.3.2 Считывают с дисплея АРМ и заносят в протокол поверки измеренное значение постоянного электрического напряжения $X_{изм.i}$, В; при нестабильности показаний выбирают результат, наиболее отклоняющийся от контрольного значения.

9.2.3.3 Вычисляют и заносят в протокол поверки приведенную погрешность γ_i , %, исследуемого канала по формуле (1).

9.2.4 Отключают эталон от исследуемого канала, восстанавливают изначальное состояние ИК КАУ ЭРМ.

9.2.5 Повторяют операции по пп. 9.2.1 - 9.2.4 для остальных измерительных каналов постоянного электрического напряжения, подлежащих поверке.

9.2.6 Результаты определения приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании постоянного электрического напряжения считают положительными, если в каждой из контрольных точек i выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma|$, где γ , %, – пределы допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов постоянного электрического напряжения, указанные в описании типа.

9.3 Определение приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании силы постоянного электрического тока.

9.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 3, подключая эталон единицы силы постоянного электрического тока (калибратор электрических сигналов или иное подходящее средство измерений, применяемое в качестве эталона) в режиме воспроизведения ко входу исследуемого измерительного канала.

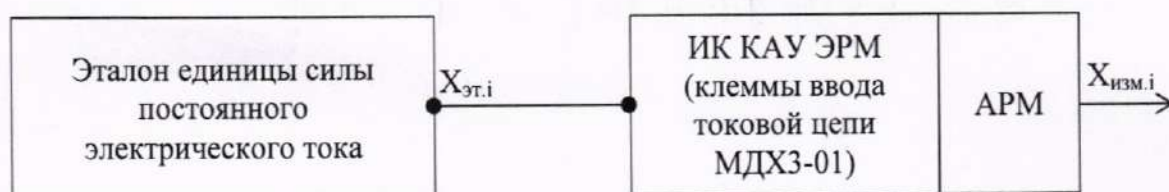


Рисунок 3 - Схема подключений при определении приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании силы постоянного электрического тока

9.3.2 Выбирают 5 контрольных значений $X_{эт.i}$, А, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измерений силы постоянного электрического тока (например, 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 % и 95-100 % от диапазона) и заносят их в протокол поверки.

9.3.3 Для каждой точки i проводят следующие операции:

9.3.3.1 С использованием органов управления эталона устанавливают контрольное значение силы постоянного электрического тока $X_{эт.i}$, А, на входе исследуемого измерительного канала.

Примечание – При задании отрицательных значений силы постоянного тока (от -3 до менее 0 А) перед изменением полярности выходного сигнала эталона его выход должен быть обесточен (переведён в режим STANDBY, выход отключён или иным способом снят ток), после чего изменяют полярность подключения и вновь включают выход эталона.

9.3.3.2 Считывают с дисплея АРМ и заносят в протокол поверки измеренное значение силы постоянного электрического тока $X_{изм.i}$, А; при нестабильности показаний выбирают результат, наиболее отклоняющийся от контрольного значения.

9.3.3.3 Вычисляют и заносят в протокол поверки приведённую погрешность γ_i , %, исследуемого канала по формуле (1).

9.3.4 Отключают эталон от исследуемого канала, восстанавливают изначальное состояние ИК КАУ ЭРМ.

9.3.5 Результаты определения приведенной погрешности измерительных каналов при преобразовании силы постоянного электрического тока считают положительными, если в каждой из контрольных точек i выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma|$, где γ , % – пределы допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов силы постоянного электрического тока, указанные в описании типа.

9.4 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

9.4.1 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик ИК КАУ ЭРМ считают положительными в части каждого измерительного канала, для которого получены положительные результаты экспериментального определения погрешности по п. 9.1, п. 9.2 или п. 9.3 настоящей методики. Для оформления положительных результатов поверки ИК КАУ ЭРМ должны пройти внешний осмотр (п. 6 настоящей методики), контроль условий поверки (п. 7.2 настоящей методики), опробование (п. 7.3 настоящей методики) и проверку программного обеспечения (п. 8 настоящей методики) с положительным результатом.

9.4.2 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик ИК КАУ ЭРМ считают отрицательными в части измерительных каналов, для которых получены отрицательные результаты экспериментального определения погрешности по п. 9.1, п. 9.2 или п. 9.3 настоящей методики. Такие измерительные каналы выводят из эксплуатации до устранения выявленного несоответствия и не включают в информацию об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

10.2 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Сведения о результатах поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ.

10.3 Протоколы поверки оформляют в произвольной форме.

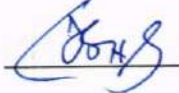
Начальник центра 201 «Центр научных исследований, разработки, испытаний, метрологического обеспечения измерительных систем, электрических и магнитных измерений»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Е.И. Кириллова

Разработал:
Инженер 2-й кат. отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.А. Коновалов