

Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д. И. Менделеева»  
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Е.П. Собина

2023 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**СТЕНД ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ И ДЛИНЫ (ПРОЙДЕННОГО ПУТИ) КСД-2**

**Методика поверки**

**МП 38-261-2023**

г. Екатеринбург  
2023 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### 1 РАЗРАБОТАНА:

Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).

### 2 ИСПОЛНИТЕЛИ

И.о. зав. лабораторией 261

Цай И.С.

Зам. зав. лабораторией 261

Замятин Д.С.

Старший инженер лаб.261

Конева В.В.

3 СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Нормативные ссылки.....	4
3	Перечень операций поверки средств измерений.....	5
4	Требования к условиям проведения поверки.....	5
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8	Внешний осмотр средства измерений.....	6
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
10	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
11	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
12	Оформление результатов поверки.....	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11

Государственная система обеспечения единства измерений. Стенд измерения скорости и длины (пройденного пути) КСД-2. Методика поверки	МП 38 – 261 – 2023
---	--------------------

Дата введения в действие «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для первичной и периодической поверки стенда измерения скорости и длины (пройденного пути) КСД-2 (далее – стенд КСД-2), осуществляющего передачу единицы скорости и длины бесконтактным измерителям скорости и длины в соответствии с локальной поверочной схемой, структура которой приведена в приложении А к настоящей МП.

1.2 Поверка стенда КСД-2 должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.3 При определении метрологических характеристик стенда КСД-2 используется метод косвенных измерений с применением рабочих эталонов единиц частоты и длины, заимствованных из других поверочных схем.

1.4 При определении метрологических характеристик стенда КСД-2 в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц частоты и длины в соответствии с Локальной поверочной схемой стенда измерения скорости и длины (пройденного пути) КСД-2, подтверждающей прослеживаемость к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины» и ГЭТ 1-2022 «Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени».

1.5 Настоящая МП применяется для поверки стенда КСД-2, используемого в качестве рабочего эталона для поверки лазерных и оптических измерителей скорости и длины в соответствии с локальной поверочной схемой для стенда измерения скорости и длины (пройденного пути) КСД-2, утвержденной УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева» от «03» октября 2023 г.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики стенда КСД-2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений скорости, м/с	от 0,03 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости в диапазоне от 0,03 до 0,1 м/с, м/с	$\pm 0,00002$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости в диапазоне от 0,1 до 50 м/с, %	$\pm 0,02$
Диапазон измерений длины (пройденного пути), м	от 1 до 99999
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений длины (пройденного пути), %	$\pm 0,02$

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей МП использованы ссылки на документы, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень документов

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа
Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 г. № 903н	Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок
	Локальная поверочная схема

**Примечание** – При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям,

опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Перечень операций поверки средств измерений

3.1 При проведении поверки стенда КСД-2 должны выполняться операции согласно таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Проверка программного обеспечения	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений:			11
– определение диапазона и погрешности измерений скорости	Да	Да	11.1
– определение диапазона и относительной погрешности измерений длины (пройденного пути)	Да	Да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	12

3.2 Если при выполнении той или иной операции выявлено несоответствие установленным требованиям, поверка приостанавливается, выясняются и устраняются причины несоответствия, после этого повторяется поверка по операции, по которой выявлено несоответствие. В случае повторного выявления несоответствия установленным требованиям поверку прекращают, выдается извещение о непригодности.

### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 75.

4.2 Если до проведения поверки средства поверки находились в климатических условиях, отличных от описанных в п. 4.1, то перед началом поверки они должны быть выдержаны в условиях согласно п. 4.1 не менее 24 ч.

### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке, работающих в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений в соответствующей области, и ознакомившиеся с эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на стенд КСД 2, средства поверки и настоящей МП.

## 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 4.

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений должны быть поверены.

Таблица 4 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды, диапазон измерения от 0 до 40 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,7$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха, диапазон измерения от 20 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 2,5$ %	Термогигрометр автономный ИВА-6 модификации ИВА-6Н-Д, рег. № 82393-21
п. 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Частотомер электронно-счетный, диапазон измерения количества импульсов от 0 до $10^{15}$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения количества импульсов не более $\pm 1$ Средства измерений наружных размеров, диапазон измерения от 300 до 400 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 11$ мкм	Частотомер электронно-счетный АКИП-5102, рег. № 57319-14 Микрометр Micron мод. МКЦ, рег. № 77991-20

*Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.*

## 7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки стенда КСД-2 к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

7.2 При проведении поверки стенда КСД-2 должны соблюдаться требования приказа Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» и требования ЭД.

## 8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре стенда КСД-2 устанавливают:

– соответствие внешнего вида стенда КСД-2 сведениям, приведенным в описании типа;  
– отсутствие на поверхности стенда КСД-2 и его составных частях механических повреждений, следов коррозии и других видимых повреждений, влияющих на безопасность проведения поверки и результаты поверки;

– исправность и надежность подключения всех разъемов;

– соответствие комплектности, указанной в ЭД;

– наличие и четкость обозначений маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре стенда КСД-2 выявлены повреждения или дефекты способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

## 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра автономного ИВА-6. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 4.1 настоящей МП.

9.2 Подготавливают стенд КСД-2 к работе в соответствии с ЭД.

9.3 Проводят опробование стенда КСД-2 в соответствии с ЭД. При опробовании подтверждают отсутствие посторонних шумов, плавность работы механических частей. Изменение получаемых сигналов должно быть пропорционально скорости вращения измерительного диска.

## 10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) стенда КСД-2. В рабочем окне ПО нажимают кнопку «О программе». Высвечивается окно с наименованием и номером версии ПО. Идентификационные данные должны соответствовать значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Стенд КСД-2
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Ver. 1.0
Цифровой идентификатор ПО	—

## 11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 11.1 Определение диапазона и погрешности измерений скорости

11.1.1 Определение диапазона и погрешности измерений скорости проводят с помощью микрометра Мiсron мод. МКЦ (далее – микрометр) и частотомера электронно-счётного АКIP 5102 (далее – частотомер).

11.1.2 Измеряют диаметр окружности прецизионного колеса с помощью микрометра в пяти сечениях, поворачивая колесо примерно на 35 градусов относительно оси вращения. Поворот осуществляется путем кратковременного включения движения колеса на скорости 0,1 м/с на 1 секунду.

11.1.3 Рассчитывают действительное значение длины окружности колеса по формуле

$$l_d = \pi \cdot \frac{\sum_{k=1}^5 D_k}{5}, \quad (1)$$

где  $D_k$  – диаметр окружности колеса в  $k$ -ой точке, м.

11.1.4 Один из выходов энкодерного датчика стенда КСД-2 подключают к частотомеру в режиме измерений количества импульсов. Устанавливают время измерений частотомера равное 10 секундам.

11.1.5 С помощью программного обеспечения (далее – ПО) стенда КСД-2 задают скорость прецизионного колеса равную 0,03 м/с, задержку перед измерениями равную 10 секундам, количество измерений равное 10.

11.1.6 Одновременно запускают выполнение программы и измерения частотомера. Считывают показания частотомера и стенда КСД-2.

11.1.7 Рассчитывают  $i$ -ый результат измерений опорной скорости при  $j$ -ой заданной

скорости по формуле

$$V_{ij}^{\text{оп}} = \frac{N_{ij}^V \cdot l_d}{10 \cdot r}, \quad (2)$$

где  $N_{ij}^V$  –  $i$ -ый результат измерений количества импульсов при  $j$ -ой заданной скорости, имп;  
 $r$  – разрешение энкодерного датчика стенда КСД-2 равное 10 000 имп/оборот;  
 $l_d$  – действительное значение длины окружности колеса, м.

11.1.8 Рассчитывают среднее арифметическое значение скорости, измеренной с помощью стенда КСД-2 в течение 10 секунд, при  $j$ -ой заданной скорости по формуле

$$V_{ij}^{\text{изм}} = \frac{\sum_{l=1}^{10} V_{ijl}^{\text{изм}}}{10}, \quad (3)$$

где  $V_{ijl}^{\text{изм}}$  –  $l$ -тый результат измерений скорости с помощью стенда КСД-2 при  $i$ -ом измерении частотомера при  $j$ -ой заданной скорости, м/с.

11.1.9 Измерения согласно п. п. 11.1.5 – 11.1.8 проводят 10 раз.

11.1.10 Повторяют операции согласно п. п. 11.1.5 – 11.1.9 для заданных скоростей из ряда 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 м/с.

11.1.11 Устанавливают время измерений частотомера равное 1 секунде.

11.1.12 С помощью ПО стенда КСД-2 задают скорость прецизионного колеса равную 5 м/с, задержку перед измерениями равную 3 секундам, количество измерений равное 10.

11.1.13 Одновременно запускают выполнение программы и измерения частотомера. Считывают показания частотомера и стенда КСД-2 в течении 10 секунд после начала измерений стенда КСД-2.

11.1.14 Рассчитывают  $i$ -ый результат измерений опорной скорости при  $j$ -ой заданной скорости по формуле

$$V_{ij}^{\text{оп}} = \frac{N_{ij}^V \cdot l_d}{r}. \quad (4)$$

11.1.15 Повторяют операции согласно п. п. 11.1.12 – 11.1.14 для заданных скоростей из ряда 10; 30; 50 м/с.

11.1.16 Рассчитывают среднее арифметическое значение опорной скорости при  $j$ -ой заданной скорости по формуле

$$V_j^{\text{оп}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}^{\text{оп}}}{n}, \quad (5)$$

где  $V_{ij}^{\text{оп}}$  –  $i$ -ый результат измерений опорной скорости при  $j$ -ой заданной скорости, определенный согласно п. 11.1.7 или п. 11.1.14, м/с;

$n$  – количество измерений.

11.1.17 Рассчитывают среднее арифметическое значение скорости, измеренной с помощью стенда КСД-2, при  $j$ -ой заданной скорости по формуле

$$V_j^{\text{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}^{\text{изм}}}{n}, \quad (6)$$

где  $V_{ij}^{\text{изм}}$  –  $i$ -ый результат измерений скорости с помощью стенда КСД-2 при  $j$ -ой заданной скорости, определенный согласно п. 11.1.8 или п. 11.1.13, м/с.

11.1.18 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений скорости в диапазоне скоростей от 0,03 до 0,1 м/с по формуле

$$\Delta = V_j^{\text{изм}} - V_j^{\text{оп}}. \quad (7)$$

11.1.19 Рассчитывают относительную погрешность измерений скорости в диапазоне скоростей от 0,1 до 50 м/с по формуле

$$\delta = \frac{V_j^{\text{изм}} - V_j^{\text{оп}}}{V_j^{\text{оп}}} \cdot 100. \quad (8)$$

11.1.20 Абсолютные погрешности в диапазоне скоростей от 0,03 до 0,1 м/с должны находиться в диапазоне  $\pm 0,00002$  м/с. Относительные погрешности в диапазоне скоростей от 0,1 до 50 м/с должны находиться в диапазоне  $\pm 0,02$  %.

11.1.21 Проверку диапазона измерений скорости стендом КСД-2 провести одновременно с определением погрешности измерений скорости. За диапазон измерений скорости принять диапазон от 0,03 до 50 м/с, если выполняется условие согласно п. 11.1.20 настоящей МП.

## 11.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений длины (пройденного пути)

11.2.1 Один из выходов энкодерного датчика стенда КСД-2 подключают к частотомеру в режиме измерений количества импульсов. С помощью ПО стенда КСД-2 задают минимальную длину и соответствующие параметры измерений стенда КСД-2 согласно таблице 6. Устанавливают время измерений частотомера согласно таблице 6.

Таблица 6 – Заданные значения длины и соответствующие параметры измерений стенда КСД-2 и частотомера

Заданная длина, м	Скорость прецизионного колеса, м/с	Количество измерений	Задержка перед измерениями, с	Время измерений частотомера, с
1	0,1	10	0	15
100	10	10		15
10 000	25	400		415

11.2.2 Одновременно запускают выполнение программы и измерения частотомера. После остановки стенда КСД-2 считывают показания стенда КСД-2 и частотомера. Измерения проводят 3 раза.

11.2.3 Рассчитывают  $i$ -ый результат измерений опорной длины (пройденного пути) при  $j$ -ой заданной длине по формуле

$$L_{ij}^{\text{оп}} = \frac{N_{ij}^L \cdot l_d}{r}, \quad (9)$$

где  $N_{ij}^L$  –  $i$ -ый результат измерений количества импульсов при  $j$ -ой заданной длине, имп;  
 $r$  – разрешение энкодерного датчика стенда КСД-2 равно 10 000 имп/оборот;  
 $l_d$  – действительное значение длины окружности колеса, м.

11.2.4 Рассчитывают среднее арифметическое значение опорной длины (пройденного пути) при  $j$ -ой заданной длине по формуле

$$L_j^{\text{оп}} = \frac{\sum_{i=1}^3 L_{ij}^{\text{оп}}}{3}. \quad (10)$$

где  $L_{ij}^{\text{оп}}$  –  $i$ -ый результат измерений опорной длины (пройденного пути) при  $j$ -ой заданной длине, м.

11.2.5 Рассчитывают среднее арифметическое значение длины (пройденного пути), измеренной с помощью стенда КСД-2, при  $j$ -ой заданной длине по формуле

$$L_j^{\text{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^3 L_{ij}^{\text{изм}}}{3}, \quad (11)$$

где  $L_{ij}^{\text{изм}}$  –  $i$ -ый результат измерений длины (пройденного пути) с помощью стенда КСД-2 при  $j$ -ой заданной длине, м.

11.2.6 Рассчитывают относительную погрешность измерений длины (пройденного пути) по формуле

$$\delta = \frac{L_j^{\text{изм}} - L_j^{\text{оп}}}{L_j^{\text{оп}}} \cdot 100. \quad (12)$$

11.2.7 Повторяют операции согласно п. п. 11.2.2 – 11.2.6 для других заданных длин согласно таблице 6.

11.2.8 Относительные погрешности при каждой установленной длине должны находиться в диапазоне  $\pm 0,02\%$ .

11.2.9 Проверку диапазона измерений длины (пройденного пути) стенда КСД-2 провести одновременно с проверкой относительной погрешности измерений длины (пройденного пути). За диапазон измерений длины (пройденного пути) принять диапазон от 1 до 99999 м, если выполняется условие согласно п. 11.2.8 настоящей МП.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки стенд КСД-2 признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на стенд КСД-2 не предусмотрено. Пломбирование КСД не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки стенд КСД-2 признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.5 Сведения о результатах проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

Разработчики:

И.о. зав. лабораторией 261

Зам. зав. лабораторией 261

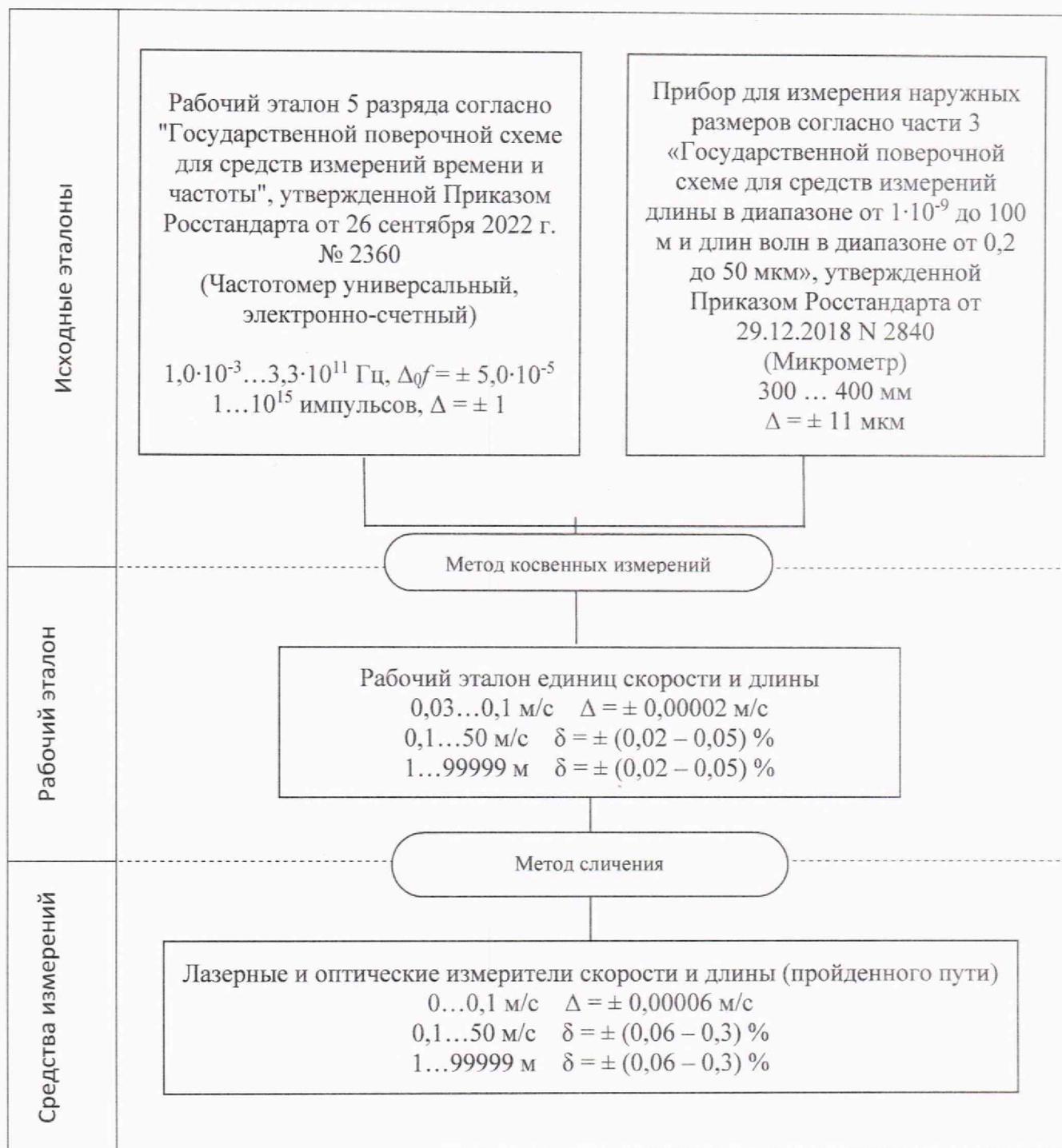
Старший инженер лаб.261


И.С. Цай  
Д.С. Замятин  
В.В. Конева

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура локальной поверочной схемы  
для лазерных и оптических средств измерения скорости и длины (пройденного пути)



$\Delta_0 f$  – пределы допускаемой относительной погрешности по частоте;  
 $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности;  
 $\delta$  – пределы допускаемой относительной погрешности.