

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

«22» сентября 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Микротомограф рентгеновский иСТом 130/005

Методика поверки

МП 2512-0003-2025

Руководитель отдела
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н.А. Кононова

И.о. руководителя лаборатории
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Е.Б. Брюховецкая

г. Санкт-Петербург
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на микротомограф рентгеновский uCTom 130/005, заводской номер №3 (далее – микротомограф) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость микротомографа к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с локальной поверочной схемой, структура которой приведена в приложении А.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: прямые измерения.

1.4 Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 При пользовании настоящей методикой поверки 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 настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений, подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям:	Да	Да	10
– проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров;	Да	Да	10.1
– подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.2

2.2 Проверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
– диапазон температуры окружающего воздуха, °C от плюс 17 до плюс 25;
– относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 85.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе со средствами поверки допускаются лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности.

4.2 К работе по поверке микротомографа должны допускаться лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией на поверяемый микротомограф и средства поверки, допущенные к поверке средств измерений геометрических величин.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки микротомографа должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 17 °C до 25 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±1 °C;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 Р-03-И-Д, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 % до 85 % с пределами допускаемой погрешности измерений $\pm 3 \%$	по обеспечению единства измерений 71394-18)
п. 8 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Мера для систем томографических с диаметром сфер от 4 до 10 мм, с расстоянием между центрами сфер от 10 до 70 мм, с пределами допускаемых отклонений диаметров сфер и расстояний между центрами сфер $\pm 0,002$ мм	Государственный рабочий эталон единицы длины в диапазоне значений от 4 до 200 мм, рег. № 3.1.ZZB.0280.2018
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 г. – меры длины концевые плоскопараллельные, номинальной длиной от 0,1 до 1,0 мм; мера для систем томографических с диаметром сфер от 4 до 10 мм, с расстоянием между центрами сфер от 10 до 70 мм, с пределами допускаемых отклонений диаметров сфер и расстояний между центрами сфер $\pm 0,002$ мм	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 92898-24) Государственный рабочий эталон единицы длины в диапазоне значений от 4 до 200 мм, рег. № 3.1.ZZB.0280.2018

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, определяемые правилами безопасности труда, действующими на предприятии, а также указанные в эксплуатационной документации на микротомограф, средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие и соответствие маркировки описанию типа;
- соответствие комплектности микротомографа описанию типа;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также способных повлиять на безопасность проведения поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки подготавливают микротомограф, средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

Проводят контроль параметров окружающего воздуха (температура, влажность) в помещении, где выполняется поверка. При проведении процедуры поверки необходимо повторно проводить контроль параметров окружающей среды каждый час. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 3.

При опробовании проверяют работоспособность микротомографа. Для этого выполняют приведенные ниже операции.

Включают микротомограф в соответствии с эксплуатационной документацией.

Выполняют настройку микротомографа в соответствии с эксплуатационной документацией.

На предметный столик микротомографа помещают меру из состава государственного рабочего эталона единицы длины в диапазоне значений от 4 до 200 мм (далее – мера), исключив возможность ее смещения. Выводят изображение меры с расстоянием между сферами близким к верхней точке диапазона измерений микротомографа на монитор компьютера. Изображение должно находиться в рабочей зоне детектора при вращении меры на 360 градусов. Выполняют измерения диаметров сфер и расстояния между центрами сфер меры.

При выполнении измерений должны отсутствовать сбои при работе микротомографа, измеренные значения должны изменяться соответствующим образом.

Далее устанавливают предметный столик микротомографа в нулевое положение в соответствии с эксплуатационной документацией. Закрепляют на предметном столике миру Micro-CT Bar Pattern Phantom, nano, REF: QRM-70119 (далее – мира) из комплекта поставки микротомографа. Выводят изображение миры на монитор компьютера. Изображение соседних линий с расстоянием 5 мкм секции 1 сектора D6 должно быть четкое, отдельно различимо.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Информация о версии программного обеспечения (далее – ПО) доступна во вкладке «О программе».

Идентификационные данные ПО должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационное данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	T4 Томограф
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v1.X.X*
Цифровой идентификатор ПО	-

* «X» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значение от 0 до 9

10 Определение метрологических характеристик средства измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров выполняется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее - КМД) и меры. Устанавливают КМД с номинальной длиной 0,1 мм на предметном столике микротомографа, исключив возможность смещения КМД. Выводят изображение КМД на монитор компьютера. Изображение КМД при вращении на 360 градусов должно находиться в рабочей зоне детектора. Измеряют срединную длину КМД ($L_{изм.кмд}$). Далее последовательно выполняют аналогичные измерения КМД, длина которых соответствует средней и верхней точкам поддиапазона измерений от 0,1 до 1,0 мм включ. или близким к ним. Вычисляют абсолютную погрешность измерений в поддиапазоне измерений от 0,1 до 1,0 мм включ. по формуле

$$\Delta L_{кмд} = L_{изм.кмд} - L_{д.кмд}, \quad (1)$$

где $L_{д.кмд}$ – действительное значение срединной длины КМД, мм.

Далее устанавливают меру на предметном столике микротомографа, исключив возможность ее смещения. Выводят изображение меры с расстоянием между сферами близким к верхней точки диапазона измерений микротомографа на монитор компьютера. Изображение при вращении на 360 градусов должно находиться в рабочей зоне детектора. Измеряют диаметры сфер и расстояния между центрами сфер ($L_{изм.}$), линейные размеры которых соответствуют нижней, средней и верхней точкам поддиапазона измерений св. 1,0 до 70,0 мм или близким к ним.

Абсолютную погрешность измерений линейных размеров в поддиапазоне измерений св. 1,0 до 70,0 мм вычисляют по формуле

$$\Delta L = L_{изм.} - L_{д.}, \quad (2)$$

где $L_{д.}$ – действительное значение расстояния между центрами сфер/диаметра сфер, мм.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Микротомограф считается выдержавшим поверку, если диапазон измерений, абсолютная погрешность измерений линейных размеров соответствуют данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм	от 0,1 до 70,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мм:	
- в поддиапазоне измерений от 0,1 до 1,0 мм включ.	$\pm 0,01$
- в поддиапазоне измерений св. 1,0 до 70,0 мм	$\pm 0,05$

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки микротомографа оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении Б.

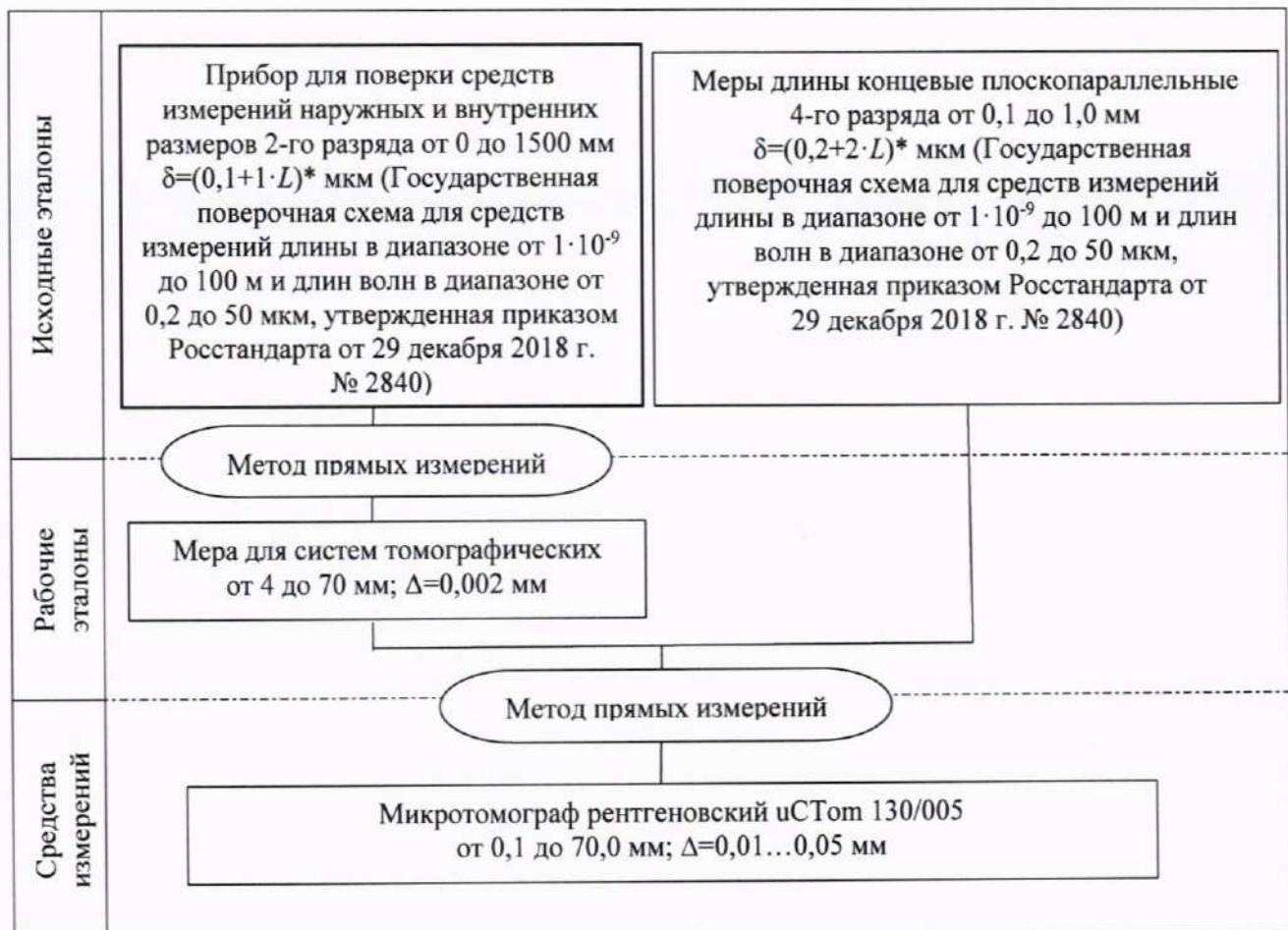
11.2 Микротомограф, удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, признается годным к применению. При отрицательных результатах поверки по одному из пунктов методики микротомограф не допускают к применению.

11.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца микротомографа или лица, представившего его на

проверку, на микротомограф выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления). Нанесение знака поверки на микротомограф не предусмотрено.

Приложение А
(рекомендуемое)

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений линейных размеров в диапазоне от 0,1 до 70,0 мм



* L – измеряемая длина в м.

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ №_____

Наименование средства измерения, тип	Микротомограф рентгеновский иСТом 130/005
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	№3
Заказчик (наименование и юридический адрес)	

Вид поверки: _____

Методика поверки: МП 2512-0003-2025 «ГСИ. Микротомограф рентгеновский иСТом 130/005. Методика поверки».

Средства поверки: _____

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °C		
Относительная влажность окружающего воздуха, %		

Результаты поверки

Внешний осмотр _____

Опробование _____

Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров

Диапазон измерений линейных размеров, мм	Действительное значение, мм	Измеренное значение, мм	Абсолютная погрешность измерений линейных размеров, мм

Абсолютная погрешность измерений линейных размеров не превышает (превышает):

- в поддиапазоне измерений от 0,1 до 1,0 мм включ. $\pm 0,01$ мм;

- в поддиапазоне измерений св. 1,0 до 70,0 мм $\pm 0,05$ мм.

Заключение: Микротомограф рентгеновский иСТом 130/005 соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признан годным (не годным) к применению.

Поверку выполнил _____

ФИО

подпись

Дата