

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

м.п. «11» февраля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный
КИТТ НАНОКОМПОЗИТ**

Методика поверки

МП 2413-0068-2026

Руководитель сектора
эталонов и научных исследований
в области измерений теплофизических величин

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Михеев", is written over a horizontal line.

В.А. Михеев

Санкт-Петербург

2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителя теплопроводности и теплоемкости компьютерного КИТТ НАНОКОМПОЗИТ (далее – измеритель), изготовленного ИП Беляев Юрий Иванович, Россия, и устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы теплопроводности методом прямых измерений мер теплопроводности в соответствии с приказом Росстандарта № 2418 от 21 ноября 2023 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений теплопроводности, теплового сопротивления и температуропроводности твердых тел в диапазоне температуры от 90 до 1100 К», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц теплопроводности и теплового сопротивления ГЭТ 59-2016.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений теплопроводности (по оси Z), Вт/(м·К) (при температуре, °C)	от 0,19 до 1,38 (от +20 до +50)
Диапазон показаний теплопроводности (по оси Z и оси X), Вт/(м·К) (при температуре, °C)	от 0,1 до 10,0 (от +20 до +200)
Диапазон показаний удельной теплоемкости, Дж/(кг·К) (при температуре, °C)	от 100 до 1500 (от +20 до +200)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений теплопроводности, %	±20,0

Методика поверки не предусматривает возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, так как измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный КИТТ НАНОКОМПОЗИТ представляет собой единый прибор.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки прибора должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8

Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение диапазона измерений теплопроводности	Да	Нет	10.1
Определение погрешности измерений теплопроводности	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

3.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

3.2.1 Проверка наличия свидетельства о предыдущей поверке, руководства по эксплуатации;

3.2.2 Подготовка к работе поверяемого измерителя в соответствии с руководством по эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка измерителя должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию и прошедшие обучение.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и документацию, входящую в состав поверяемого измерителя.

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха не более 80 %, с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления	Прибор комбинированный Testo 622, рег. номер в ФИФ 44744-10

	в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	
10.1 Определение диапазона измерений теплопроводности 10.2 Определение погрешности измерений теплопроводности	Рабочий эталон единицы теплопроводности по приказу Росстандарта № 2418 от 21 ноября 2023 г., границы относительной погрешности 3-5 %: - мера теплопроводности в диапазоне 0,143-0,200 Вт/(м·К); - мера теплопроводности в диапазоне 0,651-0,1,663 Вт/(м·К).	Государственный рабочий эталон единицы теплопроводности твердых тел в диапазоне от 0,02 до 20 Вт/(м·К) при температуре от 90 до 1100 К, 3.1.ZZB.0112.2015
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Рабочие эталоны теплопроводности должны быть аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

5.3 Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При проведении поверки приборов необходимо соблюдать действующие требования:
- общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
 - правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6;
 - правила по охране труда, действующие на месте проведения первичной аттестации.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие измерителя следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида измерителя эксплуатационной документации;
- комплектность и правильность маркировки измерителя должны соответствовать эксплуатационной документации;
- измеритель не должен иметь механических повреждений, дефектов покрытий в измерительной ячейки и следов несанкционированного вмешательства, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. При наличии дефектов поверяемый измеритель бракуется и подлежит ремонту.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка измерителя к поверке осуществляется согласно руководству по эксплуатации.

8.2 Провести контроль соблюдения требований условий поверки, указанных в п. 3.1.

8.3 Перед выполнением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационные документы на поверяемый измеритель и руководство по эксплуатации на применяемые средства поверки;

5 ч;
– выдерживают измеритель в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее

– подготавливают к работе средства поверки в соответствии с требованиями их руководств по эксплуатации;

8.4 При опробовании выполняют следующие операции:

– проверяют работоспособность измерителя в соответствии с эксплуатационной документацией на него;

– проводят подготовку измерителя к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 При поверке измерителя проверяют соответствие ПО описанию типа СИ.

9.2 Номер версии автономного ПО выводится на экране монитора при выборе в файле программы «Z-нано.exe» окна Свойства-Подробно. Номер версии ПО должен быть не ниже приведенного в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Встроенное ПО	Автономное ПО
Идентификационное наименование ПО	-	КИТТ- нанокompозит
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-	1.x.x.x
Цифровой идентификатор ПО	-	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-	-
Примечание – «х» может принимать значение от 0 до 9		

9.2 Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО соответствует указанному в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Определение диапазона измерений теплопроводности

Диапазон измерений теплопроводности определяют посредством рабочих мер теплопроводности из таблицы 3 (п. 4.1) в соответствии с руководством по эксплуатации в следующей последовательности:

- 1) включить измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный КИТТ НАНОКОМПОЗИТ согласно руководству по эксплуатации;
- 2) установить меру теплопроводности со значением теплопроводности, равным началу диапазона измерений теплопроводности, в измерительную ячейку измерителя;
- 3) запустить процесс измерения теплопроводности в ПО «КИТТ-нанокompозит» согласно руководству по эксплуатации;
- 4) зафиксировать измеренное значение теплопроводности;
- 5) повторить п. 2-4 используя меру теплопроводности со значением теплопроводности, равным концу диапазона измерений теплопроводности.

10.2. Определение относительной погрешности измерений теплопроводности

10.2.1. Для определения относительной погрешности измерителя проводят измерения теплопроводности ($\lambda_{изм}$) рабочего эталона теплопроводности при температурах 20 ± 5 °C, 50 ± 5 °C, в соответствии с руководством по эксплуатации в следующей последовательности:

- 1) включить измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный КИТТ НАНОКОМПОЗИТ согласно руководству по эксплуатации;
- 2) установить меру теплопроводности в измерительную ячейку прибора;
- 3) запустить процесс измерения теплопроводности в ПО «КИТТ-нанокompозит» согласно руководству по эксплуатации;
- 4) зафиксировать измеренные значения теплопроводности.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для подтверждения соответствия измерителя метрологическим требованиям вычисляют относительную погрешность по формуле:

$$\delta = \frac{(\lambda_{изм} - \lambda_{рз})}{\lambda_{рз}} \cdot 100 \%$$

где: δ – относительная погрешность измерений теплопроводности, %;

$\lambda_{изм}$ – измеренное значение теплопроводности по п. 10.2, Вт/(м·К);

$\lambda_{рз}$ – номинальное значение теплопроводности эталонной меры рабочего эталона, Вт/(м·К).

11.2 Результат поверки считают положительным, если диапазон измерений теплопроводности и значения относительной погрешности, полученные соответственно по п.п. 10.1 и 10.2, соответствуют требованиям, указанным в таблице 1.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1. Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А.

12.2. Сведения о положительных результатах первичной и периодической поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений прибора и прибор признается годным и допускается к применению. По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, может быть выдано свидетельство о поверке (в случае его оформления) и/или в паспорт прибора наносится знак поверки.

12.3. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений прибора, владельцу прибора или лицу, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению и прибор не допускается к применению до выяснения причин неисправности и их устранения.

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ дата

Наименование прибора, тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки периодическая (первичная)

Методика поверки: МП 2413-0068-2026 «ГСИ. Измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный КИТТ НАНОКОМПОЗИТ. Методика поверки», согласованная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» «11» февраля 2026 г.

Средства поверки:

Наименование и регистрационный номер эталона, тип СИ, заводской номер	Метрологические характеристики	

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

- 1 Внешний осмотр
- 2 Опробование
- 3 Подтверждение соответствия ПО, версия:
- 4 Определение погрешности

Номер эталона	Теплопроводность, воспроизводимая эталоном, Вт/(м·К)	Температура измерений, °С	Показания прибора, Вт/(м·К)	Относительная погрешность, %

Заключение:

Измеритель теплопроводности и теплоемкости компьютерный КИТТ НАНОКОМПОЗИТ заводской № 202201 соответствует (не соответствует) предъявленным требованиям и признан годным (не годным) к применению.

На основании результатов поверки выдано:

Свидетельство о поверке № _____ от _____ дата

(извещение о непригодности № _____ дата

Причина непригодности _____)

Поверку произвел _____ дата

ФИО

подпись