

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

« 09 » 2023 г.

«ГСИ. Датчики термоэлектрические Cai Huang Thermoelectricity.

Методика поверки»

МП 033.Ф2-23

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 01 » 09 2023 г.

Москва
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики термоэлектрические Cai Huang Thermoelectricity (далее - датчики), предназначенные для преобразования оптического сигнала в электрический сигнал при контроле мощности лазерного излучения в различных областях науки и техники.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость, в соответствии с государственной поверочной схемой утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02.08.2022 № 1896, к государственному первичному эталону единицы средней мощности лазерного излучения ГЭТ 28-2022.

1.3 Поверка датчика выполняется методом прямых измерений.

1.4 Метрологические характеристики датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики датчиков термоэлектрические Cai Huang Thermoelectricity

Наименование характеристики	Значение						
	Модификация G5F-GT-10	Модификация G5F-GT-10U	Модификация 2M-HQ-8	Модификация 40F-MA-19	Модификация 100F-CB-40	Модификация W300-CB-40	Модификация W15K-PT-55
Рабочий спектральный диапазон, мкм	от 0,53 до 10,6						
Диапазон рабочих значений средней мощности лазерного излучения, Вт	от 0,1 до 5,0	от 0,1 до 5,0	от 0,1 до 2,0	от 0,1 до 40,0	от 0,1 до 100,0	от 0,3 до 300,0	от 100 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения, %	± 5	± 5	± 5	± 5	± 10	± 10	± 10

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок 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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических			10

характеристик средства измерений			
Определение рабочего диапазона значений мощности, определение погрешности измерений в рабочем спектральном диапазоне	Да	Да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

3 Требования к условиям поведения поверки

3.1 Все операции поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 93 до 110;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемого датчика и средств поверки, а также их правила хранения и применения, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, и имеющих опыт работы с средствами измерений в области лазерных систем; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 93 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,13$ кПа	Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М, рег. № 32014-11

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с относительной погрешностью не более $\pm 0,01$ %; Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с относительной погрешностью не более $\pm 0,1$ %	Мультиметр цифровой 34461А, рег. № 72879-18
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны средней мощности лазерного излучения, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02.08.2022 № 1896, в диапазоне измерений: - средней мощности лазерного излучения: от 0,1 Вт до 10 кВт; - длин волн исследуемого излучения: 0,5 – 10,6 мкм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения: $\pm 1,5$ %	Государственный первичный эталон единицы средней мощности лазерного излучения ГЭТ 28-2022 (далее - ГПЭ СМ). Государственный вторичный эталон единиц средней мощности от 0,1 до 2,0 Вт и энергии от 0,1 до 2,0 Дж лазерного излучения в диапазоне длин волн от 0,3 мкм до 12 мкм 2.1.ZZA.0060.2015 (далее - ВЭ СМ)

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров по ГОСТ 31581-2012. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 Система электрического питания системы должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи поверяемого датчика.

6.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Комплектность поверяемого датчика должна соответствовать комплектности, приведенной в нормативной документации (руководства по эксплуатации (далее – РЭ) и описание типа (далее – ОТ)).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

– наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый датчик;

- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого датчика повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;
- целостность кабелей и разъемов;
- отсутствие механических повреждений и дефектов приемного покрытия датчика, трещин, сколов, следов абляции.

7.3 Датчик считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность датчика соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной и технической документацией на датчик.

8.2 Проверить соблюдение требований условий поверки (согласно пункта 6 методики) и требований безопасности (согласно пункта 3 методики).

8.3 Убедиться в наличии средств защиты от лазерного излучения (защитных очков) обеспечивающих оператора, проводящего поверку, от случайного воздействия лазерного излучения, а также наличии и исправности средств противопожарной безопасности.

8.4 Проверка соблюдения условий поверки осуществляется с помощью Метеоскопа-М и вольтметра, указанных в таблице 3 настоящей методики, поверенных в установленном порядке.

8.5 Включить ВЭ СМ (ГПЭ СМ) в соответствии с его правилами содержания и применения.

8.6 Запустить программу управления ВЭ СМ (ГПЭ СМ).

8.7 В программе управления выбрать диапазон средней мощности лазерного излучения, в котором будет производится поверка средства измерений (далее – СИ).

8.8 Установить в окне значение средней мощности лазерного излучения на уровне нижнего значения диапазона рабочих значений средней мощности лазерного излучения поверяемого СИ.

8.9 Установить датчик на юстировочный столик на оптическом столе ВЭ СМ (ГПЭ СМ), а вспомогательное устройство на стеллаж рядом с оптическим столом, соединив их друг с другом кабелями в соответствии с эксплуатационной документацией на датчик. В случае, если датчик оснащен компьютерным интерфейсом, то соединить его с помощью его штатного кабеля с компьютером из состава ВЭ СМ (ГПЭ СМ).

8.10 Включить шнур питания вспомогательного устройства в сеть 220 В; 50 Гц. В случае, если датчик оснащен компьютерным интерфейсом, то запустить программу CHLP 2.0 на компьютере из состава ВЭ СМ (ГПЭ СМ).

8.11 Провести юстировку СИ, для чего включить лазер, работающий в видимой области спектра из состава ВЭ СМ (ГПЭ СМ), и направить его излучение в центр приемного элемента датчика. При непопадании излучения лазера в центр приемного элемента датчика провести его юстировку относительно луча лазера с помощью юстировочного столика или люнета. После проведения юстировки луч лазера должен попасть в центр приемного элемента датчика.

8.12 Подать излучение с рабочей длиной волны и средней мощностью на уровне нижнего значения диапазона рабочих значений средней мощности лазерного излучения поверяемого датчика на его приемный элемент.

8.13 Убедиться, что на экране компьютера из состава ВЭ СМ (ГПЭ СМ) или вспомогательного устройства имеется реакция на поданное лазерное излучение. Датчик считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если средняя мощность лазерного излучения зафиксирована и отличается от значений мощности, в отсутствии поданного лазерного на приемный элемент датчика более чем на 5 %.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на датчик. Для этого подключают датчик к персональному компьютеру при помощи кабеля USB, входящего в комплект поставки. Запустить программное обеспечение CHLP 2.0. Правой кнопкой мыши вызвать свойства файла, в окне «Свойства: CHLP 2.0», открыть вкладку «Подробно» - CHLP 2.0. Для вспомогательного устройства, консоли, включить консоль - CHLP-P v1.0.

9.2 Датчик считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	CHLP-P-EEPR	CHLP 2.0	CHLP-P v1.0
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	Ver.1.0 и выше	Ver.2.0 и выше	Ver.1.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	—	—	—

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение рабочего диапазона значений мощности, определение погрешности измерений в рабочем спектральном диапазоне в зависимости от уровня мощности лазерного излучения, подаваемого на поверяемый датчик Cai Huang Thermoelectricity, проводят с помощью ГПЭ СМ и ВЭ СМ.

10.1.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1, при поверке с использованием ВЭ СМ.

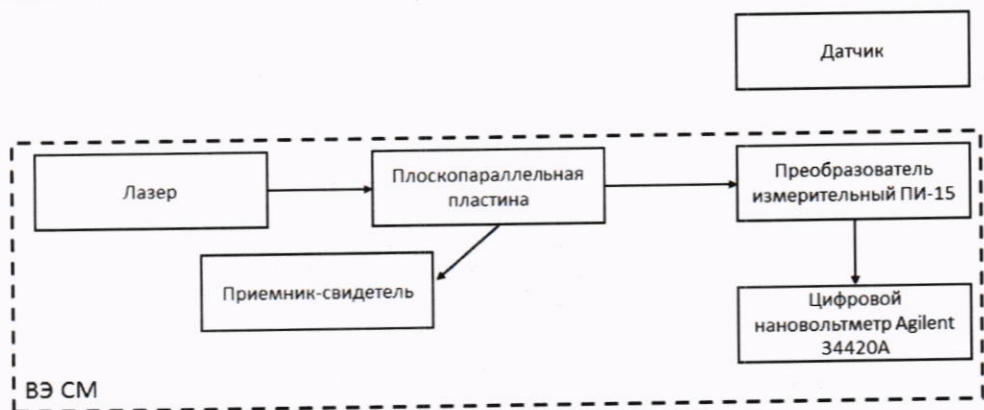


Рисунок 1 – Блок-схема подключения приборов для измерений с помощью ВЭ СМ

Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2, при поверке с использованием ГПЭ СМ.

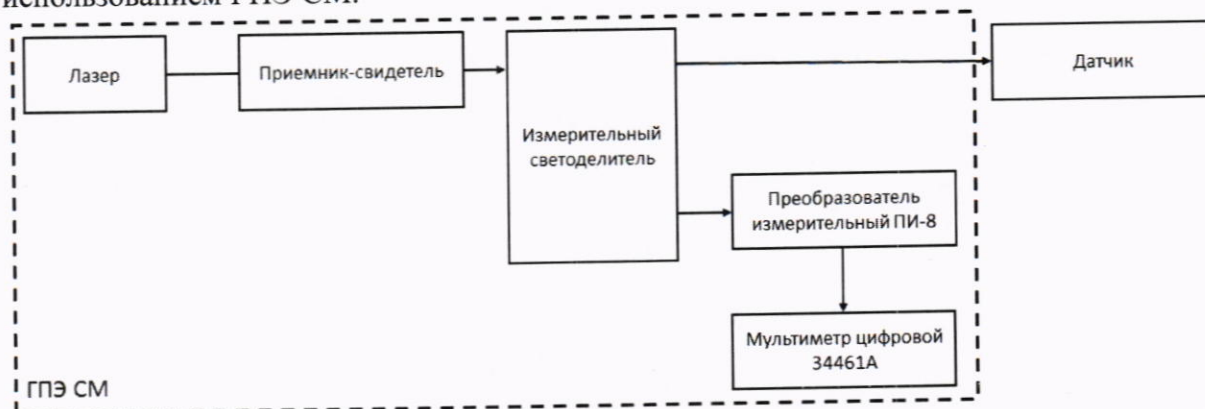


Рисунок 2 – Блок-схема подключения приборов для измерений с помощью ГПЭ СМ

10.1.2 Определение рабочего диапазона значений мощности, определение погрешности измерений в рабочем спектральном диапазоне проводят на основе процедуры передачи единицы средней мощности лазерного излучения от ГПЭ СМ (ВЭ СМ) в зависимости от уровня мощности лазерного излучения, подаваемого на поверяемый датчик Cai Huang Thermoelectricity (в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1896 от 02.08.2022) в соответствии с Правилами хранения и применения эталонов и последующего расчета погрешности измерений.

10.1.3 При поверке в диапазоне от 100 мВт до 2 Вт на длинах волн 0,532; 1,064 и 10,6 мкм проводят процедуру в следующей последовательности:

10.1.4 Переводят ВЭ СМ в режим измерений на длине волны 0,532 мкм.

10.1.5 Устанавливают на выходе ВЭ СМ уровень мощности, равный 100 мВт.

10.1.6 Проводят пять измерений ($N = 5$) уровня мощности, P , Вт, на преобразователе измерительном ПИ-15 из состава ВЭ СМ и на поверяемом датчике Cai Huang Thermoelectricity согласно рисунка 1.

10.1.7 Повторяют операции по п.п. 10.1.5, 10.1.6, для мощности лазерного излучения 2 Вт.

10.1.8 Повторяют операции по п.п. 10.1.4 - 10.1.7 для длин волн лазерного излучения 1,064 и 10,6 мкм.

10.1.9 При поверке в диапазоне от 2 Вт до 10 кВт на длине волны 1,07 мкм проводят процедуру в следующей последовательности:

10.1.10 Устанавливают на выходе ГПЭ СМ уровень мощности, равный 2 Вт (для модификации W15K-PT-55 устанавливают 100 Вт).

10.1.11 Проводят пять измерений ($N = 5$) уровня мощности, P , Вт, на преобразователе измерительном ПИ-8 из состава ГПЭ СМ и на поверяемом датчике Cai Huang Thermoelectricity согласно рисунка 2.

10.1.12 Повторяют операции по п.п. 10.1.10, 10.1.11, для мощности лазерного излучения $[(0,95 \pm 0,01) \cdot P_{\max \text{СИ}}]$, где $P_{\max \text{СИ}}$ – максимальное значение из диапазона рабочих значений мощности для модификации датчика Cai Huang Thermoelectricity.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения в рабочем спектральном диапазоне.

11.1.1 Для результатов, полученных на ВЭ СМ (ГПЭ СМ), определяют значение относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения Δ_P по формуле

$$\Delta_P = \frac{\bar{P}_D - \bar{P}_{\text{Эт}}}{\bar{P}_{\text{Эт}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $\bar{P}_{\text{Эт}}$ – среднее значение средней мощности лазерного излучения, Вт, измеренной ВЭ СМ (ГПЭ СМ), $n = 5$, $\bar{P}_D$ – среднее значение средней мощности лазерного излучения, Вт, измеренное при помощи датчика Cai Huang Thermoelectricity, $n = 5$.

$$\bar{P}_D = \frac{\sum P_{Di}}{n}. \quad (2)$$

11.1.2 Поверяемый датчик Cai Huang Thermoelectricity соответствует метрологическим требованиям, если рабочий диапазон значений мощности, погрешность измерений в рабочем спектральном диапазоне соответствуют следующим значениям:

– для модификаций G5F-GT-10 и G5F-GT-10U диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 100 мВт до 5 Вт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 5 \%$;

- для модификации 2М-HQ-8 зав. № 22122701 диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 100 мВт до 2 Вт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 5\%$;
- для модификации 40F-MA-19 зав. № 22122009 диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 100 мВт до 40 Вт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 5\%$;
- для модификации 100F-CB-40 зав. № 22122409 диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 100 мВт до 100 Вт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 10\%$;
- для модификации W300-CB-40 зав. № 22122002 диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 0,3 Вт до 300 Вт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 10\%$;
- для модификации W15K-PT-55 зав. № 23032170 диапазон рабочих значений мощности находится в пределах от 100 Вт до 10 кВт в рабочем спектральном диапазоне от 0,53 до 10,6 мкм с относительной погрешностью измерений, не превышающей $\pm 10\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Датчик Cai Huang Thermoelectricity считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям на датчик Cai Huang Thermoelectricity в соответствии с его описанием типа, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае датчик Cai Huang Thermoelectricity считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

12.4 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отделения Ф-3



С.А. Москалюк

Приложение А
(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №

от ____ 20__ г.

Датчик Cai Huang Thermoelectricity
(регистрационный № _____, год выпуска _____)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 033.Ф2-23 «ГСИ. Датчики термоэлектрические Cai Huang Thermoelectricity. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды: _____
- относительная влажность воздуха: _____
- атмосферное давление: _____
- напряжение сети питания: _____
- частота сети питания: _____

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Идентификация программного обеспечения:
4. Определение метрологических характеристик:

Полученные результаты измерений метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Определение рабочего диапазона значений мощности на длине волны _____ мкм

№	$\bar{P}_{эт}, Вт$	$\bar{P}_д, Вт$
1		
2		

Таблица А.2 – Определение рабочего диапазона значений мощности на длине волны _____ мкм

№	$\bar{P}_{эт}, Вт$	$\bar{P}_д, Вт$
1		
2		

Таблица А.3 – Результаты расчета значений относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения Δ_p

$\lambda, мкм$	$\Delta_p, \%$

Предел допускаемого значения относительной погрешности измерений средней мощности лазерного излучения Δ_p в соответствии с описанием типа, % $\pm$ ____.

Заключение по результатам поверки:

Срок очередной поверки:

Поверитель:

Подпись

Фамилия И.О.

Руководитель:

Подпись

Фамилия И.О.