

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Средства измерений энергии импульсов лазерного  
Излучения ИФЦ-3М. Методика поверки

РД 50-566-85

Москва

Издательство стандартов

1985

РАЗРАБОТАНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам  
ИСПОЛНИТЕЛИ А.И.Трубинков, В.И.Кухтевич, В.И.Сачков,  
Т.Н.Игнатович, В.А.Шленцов

ВНЕСЕНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам  
Член Госстандарта Л.К.Исаев

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДены В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государствен-  
ного комитета СССР по стандартам от 27 июня 1985 года № 1985.

Методические указания  
Средства измерения энергии импульсов  
лазерного излучения ИФЦ - 3М  
Методика поверки

РД 50-566-85

Редактор Н.А. Еськова

Н/К

Подп. в печать 05.10.85 Т-19642  
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1  
1,25 Усл. кр.-отт. 0,85 лч.-изд.л.  
Тираж 500 экз. Зак. № 2812

Формат 60x90/16  
Объем 1,25 п.л.  
изд. № 8779/4  
5 коп.

---

Ордена "Знак Почета" Издательство стандартов  
123840, Москва, Новопресненский пер., д. 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

---

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
Средства измерений энергии импульсов  
лазерного излучения ИФЦ-ЗМ. Методика  
поверки

РД 50-566-85  
Введены впервые

ОАСТУ 0008

---

Утверждены Постановлением Госстандарта от 27. 06. 85  
№ 1985, срок введения в действие установлен с 01. 07. 86

Настоящие методические указания распространяются на полевой фотоэлектрический измеритель энергии импульсов лазерного излучения типа ИФЦ-ЗМ и устанавливают методику первичной и периодической поверок на фиксированной длине волны в диапазоне 0,5-1,1 мкм.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица I

Операция	Номер пункта МУ	Обязательность проведения операций поверки при	
		первичной поверке	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	5 1	Да	Да
Опробование	5 2	Да	Да
Определение систематической составляющей основной погрешности $\theta_1$ , обусловленной нестабильностью средств измерений за межповерочный интервал или неточностью градуировки при выпуске и обращении	5 3	Да	Да
Определение систематической составляющей основной погрешности $\theta_2$ , обусловленной нелинейностью градуировочной характеристики средства измерений	5 4	Да	Да
Определение составляющих погрешности $\theta_3$ , обусловленных поверхностной неравномерностью чувствительности приемного элемента средства измерений	5 5	Да	Да
Определение составляющих погрешности $\theta_4$ , обусловленных изменениями угла падения пучка излучения на входное окно прибора	5 6	Да	Да
Определение дополнительной погрешности $\theta_5$ , обусловленной температурной нестабильностью средства измерений	5.7	Да	Нет

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. Для определения составляющих погрешности по пп 4 3-4.7 должны применяться средства поверки, указанные в табл 2

Таблица 2

Средство поверки	Нормативно-техническая характеристика	Примечание
Поверочная установка (погрешность передачи размера единицы не более $\pm 6,0\%$ )		
Образцовое средство измерений энергии ОСИ Э (или ОСИ ЭА)	ТУ 50-350-82 Диапазон измерений 2. $10^{-2}$ - $10$ Дж, спектральный диапазон, 0,5-1,06 мкм, длительность импульса, $10^{-8}$ -1 с, основная погрешность не более $\pm 4\%$	Применяется только при проведении операций по п 5 3, 5.4
Контрольное средство измерений аттестованный измеритель ИЦ-3М	Диапазон измерений $10^{-3}$ -1 Дж, спектральный диапазон 0,5-1,06 мкм, длительность измеряемых импульсов $5 \cdot 10^{-9}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ с, среднее квадратическое отклонение показаний) не более 0,75 %	Используется без входного ослабителя фотоприемного устройства
Лазер	Длина волны 0,53, 0,69, 1,06 мкм, режим работы - одиночные импульсы с длительностью $5 \cdot 10^{-9}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ с по уровню 0,5	
Кустировочный лазер ОКТ-13	Длина волны 0,63 мкм, мощность 100 мВт, расходимость не более 5 мн	
Источники питания Б 5-47	Напряжение $27 \pm 1$ В, сила тока 3А	
Диафрагма		См приложение I
Оптический клин (длительная пластина)		См приложение 2
Термокамера Т-800	Рабочий объем 0,8 м <sup>3</sup> , температурный диапазон от +50° С до -30° С, погрешность не более 3° С	Применяется при проведении операций по п 5 7
Комплект оптических ослабителей из стекла марки НС	ГОСТ 9411-75, спектральный диапазон 0,4-1,1 мкм, коэффициент пропускания 0,1-0,9, неравномерность по площади не более 1%; погрешность измерения коэффициента пропускания не более 5%	

Продолжение

Средство поверки	Нормативно-техническая характеристика	Примечание
------------------	---------------------------------------	------------

Оптическая скамья ТУ3.3.706-78  
ОСК-2

Примечание. Допускается в состав поверочной установки включать другие средства поверки, имеющие аналогичные или лучшие характеристики

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. К проведению операций по подготовке к поверке и проведению поверки допускают лиц, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденными Госэнергонадзором, ознакомленных с технической документацией на поверяемое средство измерений.

3.2. Требования безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать ГОСТ 24469-80, "Санитарным нормам и правилам устройства и эксплуатации лазеров" № 2392-81, утвержденным Минздравом СССР.

3.3. При работе должен производиться дозиметрический контроль уровня лазерного излучения в соответствии с ГОСТ I2.I. O3I-8I.

### 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. Поверку следует проводить в нормальных условиях применения по ГОСТ 24469-80 при температуре  $(293 \pm 2)$  К.

4.2. Поверяемое средство измерений должно быть выдержано в условиях, установленных в п. 4.1 не менее 2 ч.

4.3. Поверочная установка и поверяемое средство измерений должны быть заземлены, включены и подготовлены к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

4.4. Средство измерений и поверочная установка должны

быть приведены в рабочее положение. Излучатель лазера ОГМ-40 устанавливают непосредственно на рельсах оптической скамьи ОСК-2, диафрагму, делительную пластину, излучатель лазера ОКГ-13, первичный измерительный преобразователь ОСИ Э и фотоприемное устройство поверяемого средства измерений - на столиках, входящих в комплект оптической скамьи ОСК-2. Элементы схемы должны быть расположены как указано на рисунке. Излучение должно попадать в центры входных окон образцового и контрольного средств измерений. Угол между нормалью к поверхности входного окна и осью диаграммы направленности пучка должен быть по возможности близок к нулю. Контроль установки средств измерений осуществляют с помощью юстировочного лазера. При этом падающий и отраженный луч должны совпадать.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1. Внешний осмотр

Внешний осмотр должен быть проведен перед включением поверяемого средства измерений в сеть при подготовке к поверке согласно разд.3. При внешнем осмотре должно быть установлено: наличие комплектности, наличие маркировки, технической документации, отсутствие у поверяемого средства измерений механических повреждений, нарушающих работу средства измерений или мешающих работе поверителя, отсутствие пыли, жирных пятен, следов влаги на рабочих поверхностях оптических элементов.

### 5.2. Сprobование

Для поверяемого и контрольного средств измерений проводят следующие операции.

5.2.1. Проверяют возможность считывания показаний регистрирующего прибора.

5.2.2. Проверяют наличие четкой фиксации тумблеров во всех положениях.

5.2.3. Тумблеры "Однократ" - "Ждуц." ставят в положение "Ждуц.", тумблер "Пит.-Выкл." ставят в положение "Выкл".

5.2.4. Включают источники питания средств измерений и устанавливают выходное напряжение ( $27 \pm 1$ ) В.

5.2.5. Тумблер "Пит.-Выкл." ставят в положение "Пит.". При этом должна загореться лампочка "Пит." и не более чем через 5 мин.- табло "Готов".

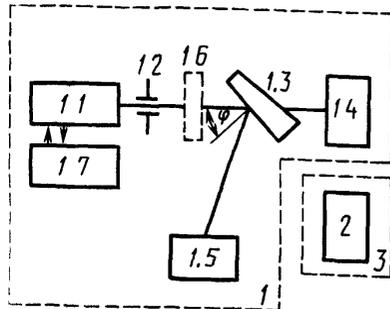


Схема расположения средств измерений при проведении поверки:

- I — Поверочная установка: I.1 — лазер; I.2 — диафрагма;
- I.3 — делительная пластина (оптический клин);
- I.4 — образцовое средство измерений; I.5 — контрольное средство измерений; I.6 — ослабитель (набор нейтральных светофильтров НС); I.7 — эталонный лазер;
- 2 — поверяемое средство измерений с источником питания Б5-47; 3 — термокамера

5.2.6. После нажатия кнопки "Контр." на индикационном табло должно появиться показание в пределах значений, указанных над индикационным табло.

5.3. Определение систематической составляющей основной погрешности,  $\theta_1$ , обусловленной нестабильностью поверяемого средства измерений за межповерочный интервал или неточностью градуировки при выпуске в обращение.

5.3.1. Расположение средств измерений при проведении поверки должно соответствовать схеме, приведенной на рисунке. Угол наклона  $\psi$  делительной пластины к направлению пуска должен составлять  $5,0-7,5^\circ$ .

5.3.2. Подбирая ослабители и режим накачки лазера, устанавливают такой уровень излучения, чтобы показания образцового средства измерений находились в пределах  $0,1-0,2$  Дж. Регистрируют по  $n$  показаний ( $n = 3$ ) образцового ( $W_{oi}$ ) и контрольного средств измерений ( $W_{ki}$ ), входящих в состав поверочной установки.

5.3.3. Вычисляют отношение этих показаний  $k_i$ , его среднее арифметическое  $\bar{k}$  и относительное среднее квадратическое отклонение результата его измерения  $S_1$ :

$$k_i = \frac{W_{oi}}{W_{ki}} \quad (1)$$

$$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i \quad (2)$$

$$S_1 = \frac{100}{n} \sqrt{\frac{(\bar{k} - k_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Значение  $S_1$  не должно превышать  $0,7\%$ . Если  $S_1$  превышает  $0,7\%$ , количество наблюдений увеличивают.

5.3.4. Образцовое средство измерений заменяют поверяемым. С помощью перемещения столика, на котором расположено фотоприемное устройство поверяемого средства измерений, добиваются,

чтобы излучение попало в центр входного окна фотоприемного устройства перпендикулярно к нему. Подают  $n$  импульсов излучения лазера ( $n = 5$ ) с такой энергией, чтобы показания контрольного средства измерений  $W_{ki}$  удовлетворяло условию:  $0,1 \text{ Дж} < \bar{K} W_{ki} < 0,2 \text{ Дж}$ . Снимают показания поверяемого  $W_i$  и контрольного средства измерений. Вычисляют отношение этих показаний  $W_i / W_{ki}$ , его среднее значение, среднее квадратическое отклонение этого отношения  $S_2$  аналогично вычислению  $S_1$  по формуле (3). Значение  $S_2$  не должно превышать 1,2 %.

5.3.5. Систематическую составляющую основной погрешности  $\theta_1$  вычисляют по формуле

$$\theta_1 = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{W_i - \bar{K} \cdot W_{ki}}{\bar{K} \cdot W_{ki}} \quad (4)$$

Значение  $\theta_1$  не должно превышать 2,0 %.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол (приложение 3).

5.4. Определение систематической составляющей основной погрешности  $\theta_2$ , обусловленной нелинейностью градуировочной характеристики поверяемого средства измерений.

5.4.1. Расположение средств измерений должно соответствовать схеме, приведенной на рисунке.

5.4.2. Подбирая ослабители и режим накачки, добиваются такого уровня излучения, чтобы показания образцового средства измерений находились в интервале 0,45-0,55 Дж.

5.4.3. При указанном значении энергии повторяют операции по пп.5.3.2-5.3.4 и измеряют  $W_{1i}$ ,  $W_{2i}$  и определяют  $\bar{K}_1$ .

5.4.4. Систематическую составляющую основной погрешности  $\theta_2$  в диапазоне  $10^{-3}$ -1 Дж вычисляют по формуле:

$$\theta_2 = 1/2 \theta_1 - \frac{200}{n} \sum_{i=1}^n \frac{W_{1i} - \bar{K}_1 W_{2i}}{\bar{K}_1 W_{2i}} \quad (5)$$

Значение  $\theta_2$  не должно превышать 4,0 %.

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол (приложение 3).

5.5. Определение составляющих погрешности  $\theta_3$ , обусловленных поверхностной неравномерностью чувствительности приемного элемента поверяемого средства измерений.

5.5.1. Расположение средств измерений при проведении проверки должна соответствовать схеме приведенной на рисунке. ОСИ  $\exists$  не используется.

5.5.2. Выполняют операции по п.5.3.4, определяют  $W_{ki}$  и  $W_i$ .

При этом подбирая ослабители и режим накачки, добиваются чтобы показания поверяемого средства измерений находились в интервале 0,1-0,2 Дж. Определяют показания контрольного и поверяемого средства измерений  $W_{ki}$  и  $W_i$  для центрального положения пучка.

5.5.3. Выполняют операции по п.5.3.4 для каждого из четырех положений центра фотоприемного окна относительно оси диаграммы направленности пучка излучения (смещения  $l'$  по вертикали вверх и вниз, по горизонтали вправо и влево) на 5 мм. Угол падения пучка сохраняется.

Для каждого из положений определяют показания поверяемого средства измерений  $W_{ki}$  и контрольного средства измерений  $W_{kli}$  и вычисляют  $\theta_3$  по формуле

$$\theta_3 = \frac{100 \left| \sum_{i=1}^n W_{ei}/W_{keli} - \sum_{i=1}^n W_i/W_{ki} \right|}{\sum_{i=1}^n W_{ei}/W_{keli} + \sum_{i=1}^n W_i/W_{ki}} \quad (6)$$

За составляющую погрешности  $\theta_3$  принимают максимальное из полученных четырех значений. Аналогично может быть определена составляющая погрешности  $\theta_3''$  для значения  $l'' = 20$  мм.

Значения  $\theta_3'$  и  $\theta_3''$  не должны превышать 2,5 и 6,0 % соответственно. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол. Форма протокола приведена в приложении 3.

5.6. Определение составляющих погрешности  $\theta_4$ , обусловленных изменением угла падения пучка излучения на входное окно прибора.

5.6.1. Схема расположения средств измерений при проведении поверки должна соответствовать приведенной на рисунке. ОСИ Э не используется.

5.6.2. Выполняют операции по п.5.5.2, определяют  $W_{ki}$  и  $W_i$ .

5.6.3. Повторяют эти операции для каждого из углов падения излучения 1,5° и 7,5° относительно поверхности окна фотоприемного устройства. Для этого фотоприемное устройство поверяемого средства измерений перемещают с помощью кастировочного столика относительно пучка таким образом, чтобы излучение попало в центр окна фотоприемного устройства, а угол между пучком и нормалью к поверхности входного окна составлял 1,5 и 7,5°. Определяют показания контрольного и поверяемого средств измерений для наклонных направлений пучка.

5.6.4. Составляющую основной погрешности  $\theta_4$  для угла 1,5° определяют по формуле:

$$\theta_4' = \frac{100 \left| \sum_{i=1}^n W_{ki} / W_{kdi} - \sum_{i=1}^n W_i / W_{ki} \right|}{\sum_{i=1}^n W_{ki} / W_{kdi} + \sum_{i=1}^n W_i / W_{ki}} \quad (7)$$

5.6.4. Аналогично может быть определена составляющая погрешности  $\theta_4''$  для угла 7,5°.

Значения  $\theta_4'$  и  $\theta_4''$  не должны превышать 1,5 и 5,0 % соответственно. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол (приложение 3).

5.7. Определение дополнительной погрешности  $\theta_5$ , обусловленной температурной нестабильностью поверяемого средства измерения.

5.7.1. Схема расположения средств измерений при проведении поверки должна соответствовать приведенной на рисунке. ОСИ Э не применяется.

5.7.2. Поверяемое средство измерений помещают и выдерживают в термокамере перед началом измерений не менее 2 ч.

5.7.3. Операции по пп.5.3.2-5.3.4 выполняют при температурах 293, 243, 323 К. Для каждой из температур определяют показания поверяемого средства измерений  $W_{293i}$ ,  $W_{243i}$ ,  $W_{323i}$  и соответствующие им показания контрольного измерений  $W_{K293i}$ ,  $W_{K243i}$ ;  $W_{K323i}$ .

Примечание. После проведения операций при 243 и 323 К поверяемое средство измерений необходимо выдерживать при 293 К не менее 2 ч.

Составляющую погрешности  $\theta_5'$ , обусловленную зависимостью показаний поверяемого средства измерений от понижения температуры, вычисляют по формуле:

$$\theta_5' = \frac{100 \left( \sum_{i=1}^n W_{243i} / W_{K243i} - \sum_{i=1}^n W_{i1} / W_{K1} \right)}{\sum_{i=1}^n W_{243i} / W_{K243i} + \sum_{i=1}^n W_{i1} / W_{K1}} \quad (8)$$

При замене  $W_{243i}$  и  $W_{K243i}$  на  $W_{323i}$  и  $W_{K323i}$  может быть вычислена составляющая погрешности  $\theta_5''$ , обусловленная зависимостью показаний поверяемого средства измерений от повышения температуры. За значение  $\theta_5$  принимается максимальное из полученных значений.

Значение  $\theta_5$  не должно превышать 6,0 %. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол (приложение 3).

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Границы основной погрешности поверяемого средства для нормальных условий применения  $\Delta_H$  для длины волны, совпадающей с длиной волны лазера поверочной установки, вычисляют по формуле

$$\Delta_H = 2 \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_6^2}{3} + S_1^2 + S_2^2} \quad (9)$$

где  $\theta_6$  - основная погрешность образцового средства измерения, учитываемая, как систематическая составляющая основной погрешности.

6.2. Границы основной погрешности поверяемого средства измерений для рабочих условий применения  $\Delta p$  находят по формуле

$$\Delta p = 2 \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_5^2 + \theta_6^2}{3} + S_1^2 + S_2^2} \quad (10)$$

Примечание. для определения  $\Delta p$  в процессе поверки при эксплуатации и хранении  $\theta_5$  следует принять равной 6,0 %.

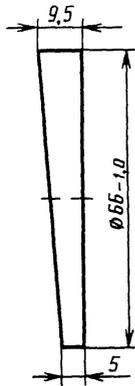
6.3. Поверяемое средство измерений считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значения  $\Delta_n$  и  $\Delta p$  при доверительной вероятности 0,95 не превышают 10 и 15 % соответственно и допускается к применению на той длине волны, на которой проводилась поверка.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Положительные результаты поверки оформляются внесением в формуляр значений  $\Delta_n$  и  $\Delta p$ .

7.2. Средства измерений, прошедшие поверку с отрицательным результатом, запрещается выпускать в обращение и применять. Они подлежат ремонту с последующей поверкой.

Оптический клин



Материал: Стекло БС-3 ГОСТ 9411-15

Двойное лучепреломление 2

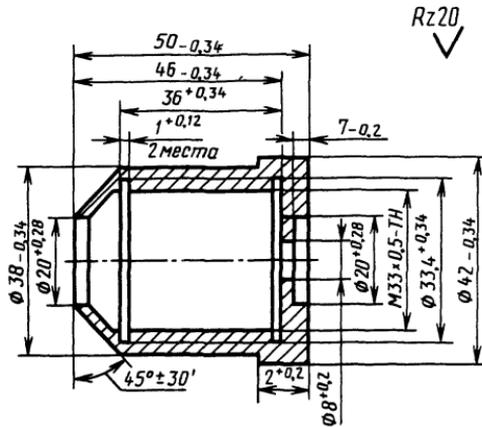
Бесвиальность 1Б

Пузырность 3А

$n = 2$

$\Delta n = 0,2$

Диафрагма



1. Покрытие: А.Окс.черный

2. Материал: Сплав ДІ6Т ГОСТ 4784-74

Протокол № \_\_\_\_\_  
 поверки измерителя энергии импульсов лазерного излучения ИОЦ-ЗМ,  
 заводской № \_\_\_\_\_ изготовленного \_\_\_\_\_, принадлежащего \_\_\_\_\_

Операции поверки	Уровень энергии, Дж	Показания, Дж	Наблюдения по порядку					Вычисление составляющих погрешности, %
			I	2	3	4	5	
Определение $S_1, S_2, \theta_1, \theta_2$	0, I - 0,2	ОСИ, $W_{0i}$				$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$	$S_1 = S(k_i) = \frac{100}{k} \sqrt{\sum_{i=1}^5 \frac{(\bar{k} - k_i)^2}{5}}$ $S_2 = S(W_i/W_{ki}) = \frac{100}{W/W_{ki}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \left[ \left( \frac{W_i}{W_{ki}} \right)^2 - \left( \frac{W}{W_{ki}} \right)^2 \right]}{20}}$	
		контрольного средства измерений $W_{ki}$						
		$k = \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$						
		поверяемого СИ, $W_i$						
		контрольного СИ, $W_{ki}$						
		$W_i/W_{ki}$						
		$\bar{k} W_{ki}$						
		$\frac{W_i - \bar{k} W_{ki}}{\bar{k} W_{ki}}$						

- 11 -

Операция поверки	Уровень энергии, Дж	Показания, Дж	Наблюдения по порядку					Вычисление составляющих погрешности
			1	2	3	4	5	
Определение $S_1, S_2$ $\theta_1, \theta_2$	0,4 - 0,5	ОСИ $W_{10c}$				$\bar{k}_1 =$ $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^3 \frac{W_{01c}}{W_{k1c}}$	$\theta_1 = \frac{100}{5} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{ic} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}}$ $\theta_2 = \frac{200}{5} \left  \sum_{i=1}^5 \left( \frac{W_{ic} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}} - \frac{W_{ic} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}} \right) \right  =$ $= \left  2\theta_1 - \frac{200}{n} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{ic} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}} \right $	
		контрольного СИ, $W_{k1c}$						
		$\bar{k}_1 = W_{01c} / W_{k1c}$						
		поверяемого СИ $W_{1c}$						
		контрольного СИ $W_{k1c}$						
		$W_{1c} / W_{k1c}$						
		$\bar{k}_1 W_{k1c}$						
$\frac{W_{1c} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}}$								

Опера- ция по- верки	Показания, Дж	Условия измерений										Наблюдения по порядку										Вычисление со- ставляющих погрешности					
		$l = 5\text{мм}$					$l_1 = 5(20)\text{мм}$					$l_2 = 5(20)\text{мм}$					$l_3 = 5(20)\text{мм}$						$l_4 = 5(20)\text{мм}$				
		$\alpha = 0^\circ$					$\alpha_1 = 0^\circ$					$\alpha_2 = 0^\circ$					$\alpha_3 = 0^\circ$						$\alpha_4 = 0^\circ$				
		$T = 253\text{К}$					$l_1 = 0\text{мм}$					$l_2 = 0\text{мм}$					$l_3 = 0\text{мм}$					$l_4 = 0\text{мм}$					
		(243К, 323К)					$\alpha_1 = 1,5^\circ$					$\alpha_2 = 7,5^\circ$															
		I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	
Опреде- ление $\theta_3', \theta_3''$ $\theta_4', \theta_4''$ $\theta_5$	Контроль- ного СИ $W_{kL} W_{kTc}$																										$\theta_5 = 100 \left  \frac{\sum \frac{W_{kL}}{W_{kL}} - \frac{\sum W_{kL}}{\sum W_{kL}}}{\sum \frac{W_{kL}}{W_{kL}} + \frac{\sum W_{kL}}{\sum W_{kL}}} \right $ $\theta_3' = \theta_3 (l = 5\text{мм})$ $\theta_3'' = \theta_3 (l = 20\text{мм})$ $\theta_4' = \theta_4 (\alpha = 1,5^\circ)$ $\theta_4'' = \theta_4 (\alpha = 7,5^\circ)$
	поверяемо- го СИ $W_c W_{Tc}$																										
	$\frac{W_{kL}}{W_{kL}} \cdot \frac{W_{Tc}}{W_{Tc}}$																										
	$\frac{\sum W_{kL}}{\sum W_{kL}}$ $\left( \frac{\sum W_{kTc}}{\sum W_{kTc}} \right)$																										

Опера- ция по- верки	Показания, Дж	Условия измерений					Наблюдения по порядку															Вычисление составляю- щих погреш- ности	
		$l = 0\text{мм}$	$l_1 = 5(20)\text{мм}$				$l_2 = 5(20)\text{мм}$			$l_3 = 5(20)\text{мм}$			$l_4 = 5(20)\text{мм}$										
		$\alpha = 0^\circ$	$\alpha_1 = 0^\circ$				$\alpha_2 = 0^\circ$			$\alpha_3 = 0^\circ$			$\alpha_4 = 0^\circ$										
		$T = 293\text{К}$ (243К, 323К)	$l_1 = 0\text{мм}$				$l_2 = 0\text{мм}$			$l_3 = 0\text{мм}$			$l_4 = 0\text{мм}$										
			$\alpha_1 = 1,5^\circ$				$\alpha_2 = 7,5$																
			I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	
Опреде- ление $\theta_3, \theta_3''$ $\theta_4, \theta_4''$ $\theta_5$	контрольно- го СИ $W_{kci} W_{kai}$																					$\theta_5^{(2\sigma_3)} = \frac{100}{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ci}}{W_{kci}}} \left  \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{kci} W_{kai}}{W_{kci} W_{kai}} - \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ci}}{W_{kci}} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{kai}}{W_{kai}}}{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ci}}{W_{kci}}} \right $	
	поверяемо- го СИ $W_{ci} W_{ai}$																						
	$W_{ci} (W_{kci})$																						
	$W_{ai} (W_{kai})$																						
	$\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ci}}{W_{kci}}$																						
	$\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ai}}{W_{kai}}$																						