

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.Трубиников, 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. I

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 θ_1 , обусловленной нестабильностью средств измерений за межповерочный интервал или неточностью градуировки при выпуске в обращение	5 3	Да	Да
Определение систематической составляющей основной погрешности θ_2 , обусловленной нелинейностью градуировочной характеристики средства измерений	5 4	Да	Да
Определение составляющих погрешности θ_3 , обусловленных поверхностной неравномерностью чувствительности приемного элемента средства измерений	5 5	Да	Да
Определение составляющих погрешности θ_4 , обусловленных изменениями угла падения пучка излучения на входное окно прибора	5 6	Да	Да
Определение дополнительной погрешности θ_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 ± 1 В, сила тока 3А	
Диафрагма		См приложение I
Оптический клин (длительная пластина)		См приложение 2
Термокамера Т-800	Рабочий объем $0,8 \text{ м}^3$, температурный диапазон от + 50°C до -30°C , погрешность не более 3°C	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 ± 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. Спробование

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 ± 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".

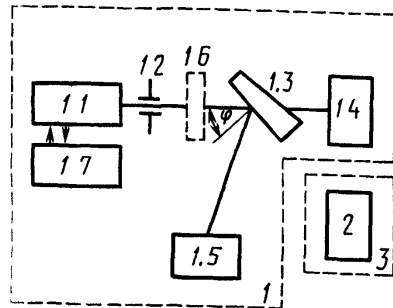


Схема расположения средств измерений при проведении поверки:

- 1 - Поверочная установка: 1.1 - лазер; 1.2 - диафрагма;
- 1.3 - делительная пластина (оптический клин);
- 1.4 - образцовое средство измерений; 1.5 - контрольное средство измерений; 1.6 - ослабитель (набор нейтральных светофильтров НС); 1.7 - юстировочный 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, θ_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 ψ 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 θ_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 θ_1 не должно превышать 2,0 %.

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

5.4. Определение систематической составляющей основной погрешности θ_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_{k1i} и определяют \bar{K}_1 .

5.4.4. Систематическую составляющую основной погрешности θ_2 в диапазоне 10^{-3} -1 Дж вычисляют по формуле:

$$\theta_2 = 1/2 \theta_1 - \frac{200}{n} \sum_{i=1}^n \frac{W_{1i} - \bar{K}_1 W_{k1i}}{\bar{K}_1 W_{k1i}} \quad (5)$$

Значение θ_2 не должно превышать 4,0 %.

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

5.5. Определение составляющих погрешности θ_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 θ_3 по формуле

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

За составляющую погрешности θ_3 принимают максимальное из полученных четырех значений. Аналогично может быть определена составляющая погрешности θ_3'' для значения $l'' = 20$ мм.

Значения θ_3' и θ_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 θ_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 θ_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 θ_4'' для угла 7,5°.

Значения θ_4' и θ_4'' не должны превышать 1,5 и 5,0 % соответственно. Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол (приложение 3).

5.7. Определение дополнительной погрешности θ_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 θ_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 θ_5'' , обусловленная зависимостью показаний поверяемого средства измерений от повышения температуры. За значение θ_5 принимается максимальное из полученных значений.

Значение θ_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 Δ_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 θ_6 - основная погрешность образцового средства измерения, учитываемая, как систематическая составляющая основной погрешности.

6.2. Границы основной погрешности поверяемого средства измерений для рабочих условий применения Δp 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 Δp в процессе поверки при эксплуатации и хранении θ_5 следует принять равной 6,0 %.

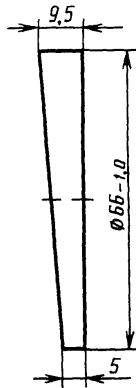
6.3. Поверяемое средство измерений считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значения Δ_H и Δp при доверительной вероятности 0,95 не превышают 10 и 15 % соответственно и допускается к применению на той длине волны, на которой проводилась поверка.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Положительные результаты поверки оформляются внесением в формуляр значений Δ_H и Δp .

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

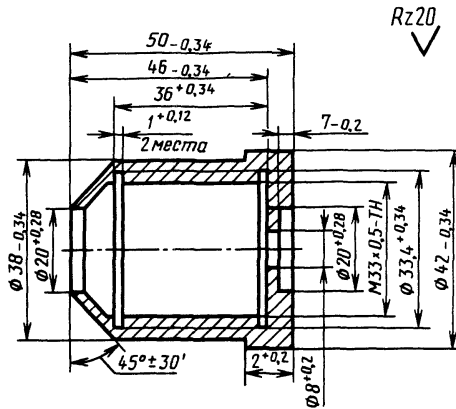
Бесвиальность 1Б

Пузырность 3А

$\kappa = 2$

$\Delta N = 0,2$

Диафрагма



1. Покрытие: А.Окс.черный

2. Материал: Сплав Д16Т 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}				$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$	$S_1 = S(k_i) = \frac{100}{k} \sqrt{\sum_{i=1}^5 \frac{(\bar{k} - k_i)^2}{5}}$	
		контрольного средства измерений W_{ki}						
		$k = \frac{W_{0i}}{W_{ki}}$						
		поверяемого СИ, W_i						$S_2 = S(W_i/W_{ki}) = \frac{100}{W/W_{ki}} \sqrt{\sum_{i=1}^5 \left[\left(\frac{W_i}{W_{ki}} \right)^2 - \left(\frac{W}{W_{ki}} \right)^2 \right]}$
		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 θ_1, θ_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}						
		$\bar{k}_1 W_{k1c}$						
$\frac{W_{1c} - \bar{k}_1 W_{k1c}}{\bar{k}_1 W_{k1c}}$								

Операция поверки	Показания, Дж	Условия измерений										Наблюдения по порядку										Вычисление составляющих погрешности					
		$l = 5\text{мм}$					$l_1 = 5(20)\text{мм}$					$l_2 = 5(20)\text{мм}$					$l_3 = 5(20)\text{мм}$						$l_4 = 5(20)\text{мм}$				
		$\alpha = 0^\circ$					$\alpha_1 = 0^\circ$					$\alpha_2 = 0^\circ$					$\alpha_3 = 0^\circ$						$\alpha_4 = 0^\circ$				
		$T = 253\text{К}$ (243К, 323К)					$l_1 = 0\text{мм}$ $\alpha_1 = 1,5^\circ$					$l_2 = 0\text{мм}$ $\alpha_2 = 7,5^\circ$															
		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	
Определение θ_3', θ_3'' θ_4', θ_4'' θ_5	Контрольного СИ $W_{kL} \quad W_{kTc}$																										$\theta_5 = 100 \left \frac{\sum \frac{W_{kL}}{W_{kL}} - \frac{\sum W_{kL}}{\sum W_{kL}}}{\sum \frac{W_{kL}}{W_{kL}} + \sum \frac{W_{kL}}{W_{kL}}} \right $ $\theta_3' = \theta_3 (l = 5\text{мм})$ $\theta_3'' = \theta_3 (l = 20\text{мм})$ $\theta_4' = \theta_4 (\alpha = 1,5^\circ)$ $\theta_4'' = \theta_4 (\alpha = 7,5^\circ)$
	поверяемого СИ $W_L \quad W_{Tc}$																										
	$\frac{W_L}{W_{kL}} \quad \frac{W_{Tc}}{W_{kTc}}$																										
	$\frac{\sum W_{kL}}{\sum W_{kL}}$ $\left(\frac{\sum W_{kTc}}{\sum W_{kTc}} \right)$																										

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)	$l_1 = 0\text{мм}$ $\alpha_1 = 1,5^\circ$				$l_2 = 0\text{мм}$ $\alpha_2 = 7,5$															
		I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	
Опреде- ление θ_3, θ_3'' θ_4, θ_4'' θ_5	контрольно- го СИ $W_{lee} W_{kai}$																					$\theta_5^{(2\sigma_3)} = \frac{100}{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{lei}}{W_{kai}}} \left \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{lei} W_{kai}}{W_{kai}}}{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{lei}}{W_{kai}}} - \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{lei}}{W_{kai}}}{\sum_{i=1}^5 \frac{W_{lei}}{W_{kai}}} \right $
	поверяемо- го СИ $W_{ai} W_{ei}$																					
	$W_{ei} (W_{kai})$																					
	$W_{ai} (W_{kai})$																					
	$\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ei}}{W_{lee}}$																					
	$\sum_{i=1}^5 \frac{W_{ai}}{W_{kai}}$																					