

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов



*[Signature]*  
« 19 » *ноября* 2018г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ**

**ИМИ-03 (ИМИ-03Т)**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**№ МП 064.Ф3-18**

Главный метролог

ФГУП «ВНИИОФИ»

*[Signature]*  
С.Н. Негода

« 16 » *11* 2018г.

2018г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение. . . . .	3
1 Операции поверки. . . . .	3
2 Средства поверки. . . . .	4
3 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности. . . . .	4
4 Условия поверки. . . . .	4
5 Подготовка к поверке. . . . .	5
6 Проведение поверки. . . . .	5
6.1 Внешний осмотр. . . . .	5
6.2 Опробование. . . . .	5
6.3 Определение метрологических характеристик. . . . .	5
6.3.1 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерении средней мощности непрерывного оптического излучения. (Режим измерений «Непрерывный»). . . . .	5
6.3.2 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерении максимальной импульсной мощности импульсного оптического излучения. (Режим измерений «Импульсный»). . . . .	7
6.3.3 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5, частоты повторения оптических импульсов и средней мощности оптического излучения в импульсном режиме. . . . .	11
7 Оформление результатов поверки. . . . .	12
Приложение 1. Форма протокола поверки. . . . .	14

## Введение.

Настоящая методика распространяется на измеритель мощности излучения ИМИ-03 (ИМИ-03Т) (далее – измеритель) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Измеритель предназначен для измерений энергетических параметров расходящихся пучков излучения лазеров и светодиодов импульсного и непрерывного действия точечного или матричного типа в процессе производства, эксплуатации и ремонта изделий на их основе.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 Операции поверки.

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование.	6.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик.	6.3	Да	Да
3.1 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерения средней мощности непрерывного оптического излучения. (Режим измерений «Непрерывный»).	6.3.1	Да	Да
3.2 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерения максимальной импульсной мощности импульсного оптического излучения. (Режим измерений «Импульсный»).	6.3.2	Да	Да
3.3 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5, частоты повторения оптических импульсов и средней мощности оптического излучения в импульсном режиме.	6.3.3	Да	Да

1.2 При получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции, поверка прекращается.

1.3 По согласованию с Заказчиком допускается проводить поверку в не полном объеме по следующим разделам настоящей методики:

- 3.1 и 3.2 – в ограниченном динамическом диапазоне не используя ограничительные фильтры или не на всех записанных в паспорте длинах волн градуировки;
- 3.3 – в ограниченном диапазоне длительности и частоты повторения оптических импульсов.

1.4 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

## 2 Средства поверки.

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип образцового средства измерений, вспомогательного оборудования; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2 6.3.1 6.3.2 6.3.3	Государственный рабочий эталон единицы средней мощности непрерывного и импульсного оптического излучения в диапазоне от $10^{-6}$ до 10 Вт на длинах волн от 450 до 1100 нм по ГОСТ Р 8.585-2013 – пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки $\pm 3\%$ ; – время нарастания переходной характеристики ИПЛТ не более 15 нс.
6.3.2 6.3.3	Осциллограф Agilent Technologies DSO-X 4052A: – полоса пропускания 0...500 МГц; – время нарастания переходной характеристики 0,7 пс – чувствительность – 2 мВ/дел 10 В/дел.; – предел допускаемой относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ ; – предел допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения на постоянном токе $\pm 0,02 \cdot 8$ [дел] $\cdot K_{откл}$ [В/дел] ( $K_{откл}$ более 2 мВ/дел.). № в госреестре 53386-13.
6.3.2 6.3.3	Вольтметр универсальный В7-78/1: предел допускаемой относительной погрешности измерений частоты переменного тока в диапазоне от 40 Гц до 300 кГц – $0,0001 \cdot F_x$ ( $F_x$ – измеренное значение частоты). № в госреестре 52147-12.

2.2 Средства поверки, указанные в таблице 2 должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

2.3 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью и допущенных к применению на территории Российской Федерации в установленном порядке.

## 3 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.

3.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и средства поверки;
- прошедшие первичный инструктаж по технике безопасности;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

## 4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды.....( $20 \pm 5$ ) °С;
- атмосферное давление.....( $101,3 \pm 4,0$ ) кПа;  
(от 730 до 790 мм рт.ст.);
- относительная влажность воздуха.....( $65 \pm 15$ ) %

## **5 Подготовка к поверке.**

5.1 Перед началом поверки подготовить к работе средства поверки и поверяемое средство измерений согласно эксплуатационной документации (ЭД).

## **6 Проведение поверки.**

### **6.1 Внешний осмотр.**

6.1.1 При проведении внешнего осмотра убеждаются в:

- соответствии внешнего вида и комплектности требованиям эксплуатационных документов;

- отсутствию трещин, царапин и других повреждений на корпусах сфер фотометрических, блоке управления измерителя, светофильтрах измерителя.

*6.1.2 Измеритель считается прошедшим данную операцию поверки, если выполняются требования, изложенные в п. 6.1.1.*

### **6.2 Опробование.**

6.2.1 Проверяют правильность работы органов управления и переключения режимов поверяемого измерителя в соответствии с Руководством по эксплуатации.

6.2.2 Проводят измерение средней мощности на выходе излучающей головки на длине волны 850 нм из состава государственный рабочий эталон единицы средней мощности непрерывного и импульсного оптического излучения в диапазоне от  $10^{-6}$  до 10 Вт на длинах волн от 450 до 1100 нм (далее – РЭ) в соответствии с Руководством по эксплуатации.

*6.2.2 Измеритель считается прошедшим данную операцию поверки, если полученное значение средней мощности не менее 3 мВт.*

### **6.3 Определение метрологических характеристик.**

**6.3.1 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерения средней мощности непрерывного оптического излучения. (Режим измерений «Непрерывный»).**

6.3.1.1 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения и относительной погрешности измерений средней мощности в режиме измерений «Непрерывный» проводят путем определения погрешности градуировки в диапазоне измерений на рабочих длинах волн, угловой неравномерности чувствительности измерителя и вычисления пределов относительной погрешностей.

6.3.1.2 К блоку управления измерителя подключают сферу фотометрическую СФ-Х/2 из состава измерителя без устройства для установки сменной диафрагмы и ограничительного фильтра. Измеряют мощность излучения на выходе излучающей головки РЭ с длиной волны 850 нм в непрерывном режиме последовательно измерителем в режиме непрерывного излучения и ваттметром РЭ, регистрируя показания  $P_{i1}$  [Вт] и  $P^0_{i1}$  [Вт] соответственно.

6.3.1.3 Проводят операции по п. 6.3.1.2 еще 2 раза, регистрируя показания измерителя  $P_{i1}$  [Вт] и ваттметра РЭ  $P^0_{i1}$  [Вт] ( $i$  - номер измерения).

6.3.1.4 Проводят операции по п.п. 6.3.1.2, 6.3.1.3 при значениях мощности порядка 1, 10, 50, 100, 150, 200, 400 мВт на всех длинах волн градуировки для режима «Непрерывный». Регистрируют соответствующие показания  $P_{ij}$  [Вт] и  $P^0_{ij}$  [Вт] ( $i$  - номер измерения:  $i=1,2,3,4,5$ ;  $j$  – порядковый номер точки по шкале мощности:  $j=1,2,\dots,N$ ).

6.3.1.5 Вычисляют значения разности показаний измерителя и ваттметра РЭ  $\theta_j$  [%] по формуле:

$$\theta_j = (1/3) \cdot \sum_{i=1}^3 \theta_{ij} \quad (1)$$

где:

$$\theta_{ij} = (P_{ij} - P_{ij}^0) / P_{ij}^0 [\text{Вт}] \cdot 100\% \quad (2)$$

$P_{ij}$  и  $P_{ij}^0$  – показания измерителя и ваттметра РЭ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке (п. 6.3.1.4) [Вт].

6.3.1.6 Рассчитывают значения относительной погрешности градуировки в режиме непрерывного излучения  $\theta_{ГН}$  [%] и СКО [%]  $S_H$  [%] по формулам:

$$\theta_{ГН} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (3)$$

$$S_H = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^3 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 2} \right\} \quad (4)$$

6.3.1.7 К блоку управления измерителя подключают сферу фотометрическую СФ-Х/2 с устройством для установки сменной диафрагмы и ограничительного фильтра. Устанавливают мощность излучения на выходе излучающей головки порядка от 350 до 400 мВт. Регистрируют показания измерителя без ограничительного фильтра  $P$  [Вт] и с установленным ограничительным фильтром № N/1  $P_{\Phi 1}$  [Вт], но при этом блок управления измерителя остаётся в режиме измерений без ограничительного фильтра.

6.3.1.8 Повторяют операцию по п. 6.3.1.7, измеряя  $P$  [Вт] и  $P^{\Phi 1}$  [Вт] - показания измерителя с установленным ограничительным фильтром № N/1 и блок управления измерителя находится в режиме измерений с ограничительным фильтром.

6.3.1.9 Если на всех длинах волн градуировки показания  $P$  [Вт] и  $P^{\Phi 1}$  [Вт] отличаются не более, чем на  $\pm 2$  единицы младшего разряда, то при дальнейших расчётах основной относительной погрешности измерений средней мощности непрерывного излучения, значения погрешности градуировки в режиме с ограничительным фильтром принимают такими же, как и при работе без ограничительного фильтра. Если это условие не выполняется, то результаты поверки оформляются в ограниченном объёме без использования ограничительных фильтров.

Диапазон измерений средней мощности с ограничительным фильтром будет определяться, как диапазон измерений без ограничительного фильтра, умноженный на отношение  $P / P_{\Phi 1}$  на данной длине волны градуировки.

6.3.1.10 Подают на входное окно фотометрической сферы измерителя излучение порядка от 250 до 350 мВт и фиксируют показания блока управления измерителя  $P_1$  [Вт].

6.3.1.11 Не изменяя уровня входной мощности поворачивают сферу фотометрическую по часовой стрелке примерно на угол  $45^\circ$  в плоскости её входного окна относительно излучателя и фиксируют показания блока управления измерителя  $P_2$  [Вт].

6.3.1.12 Повторяют операцию по п. 6.3.1.11 поворачивая сферу фотометрическую по часовой стрелке с шагом примерно  $45^\circ$  и фиксируя показания блока управления измерителя  $P_\alpha$  [Вт] до угла  $180^\circ$ , затем с тем же шагом в обратном направлении до угла  $0^\circ$ , далее до угла  $180^\circ$  и назад до угла  $0^\circ$ .

6.3.1.13 Вычисляют среднее значение  $P_{\alpha \text{ ср.}}$  [Вт] по формуле:

$$P_{\alpha \text{ ср.}} = (1/17) \cdot \sum_{\alpha=1}^{17} P_\alpha \quad (5)$$

6.3.1.14 Определяют угловую неравномерность измерителя  $\theta_y$  [%] по формуле:

$$\theta_y = \max_{\alpha} \{ |P_{\alpha} - P_{\alpha \text{ ср.}}| / P_{\alpha \text{ ср.}} \} \cdot 100 \% \quad (6)$$

6.3.1.15 Вычисляют предел относительной погрешности измерений средней мощности измерителя в режиме непрерывного излучения  $\Delta_H$  [%] по формуле:

$$\Delta_H = 2 \cdot \sqrt{(\theta_{ГН}^2 + \theta_y^2 + \theta_0^2)/3 + S_H^2} \quad (7)$$

где:

$\theta_0$  – предел допускаемой относительной погрешности при измерении средней мощности на длинах волн градуировки РЭ ( $\pm 3$  %), указанный в эксплуатационной документации на РЭ [%];

$\theta_{ГН}$  – погрешность градуировки измерителя в режиме непрерывного излучения, п. 6.3.1.6, формула (2) [%];

$S_H$  – СКО при определении погрешности градуировки в режиме непрерывного излучения, п. 6.3.1.6, формула (4) [%];

$\theta_y$  – угловая неравномерность измерителя, п. 6.3.1.14, формула (6) [%].

**6.3.1.16 Измеритель считается прошедшим данную операцию поверки, если:**

- диапазон измерений средней мощности в непрерывном режиме на рабочих длинах волн градуировки – от 1 до 400 мВт без ограничительного фильтра и на длине волны 850 нм от 100 до 3200 мВт с ограничительным фильтром;
- предел допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности непрерывного оптического излучения  $[12 + 0,05 \cdot (P_m / P_c - 1)]$  %, где:  $P_m$  [Вт] и  $P_c$  [Вт] соответственно конечное значение предела измерений и измеренное значение средней мощности;
- длины волн градуировки находятся в диапазоне от 400 до 1000 нм при работе без ограничительного фильтра и в диапазоне от 700 до 1000 нм при работе с ограничительным фильтром.

**6.3.2 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерении максимальной импульсной мощности импульсного оптического излучения. (Режим измерений «Импульсный»)**

6.3.2.1 Определение диапазона измерений максимальной импульсной мощности оптического излучения и относительной погрешности измерений максимальной импульсной мощности в режиме измерений «Импульсный» проводят путем определения относительной погрешности градуировки в диапазоне измерений на рабочих длинах волн, угловой неравномерности чувствительности измерителя и вычисления пределов относительной погрешностей.

6.3.2.2 К блоку управления измерителя подключают сферу фотометрическую СФ-Х/2 без устройства для установки сменной диафрагмы и ограничительного фильтра. Измеряют мощность импульсного оптического излучения на выходе излучающей головки РЭ с длиной волны 850 нм последовательно измерителем в режиме импульсного излучения ( $P_{и11}$  – максимальная мощность импульса [Вт]) и ваттметром РЭ с подключенным к каналу контроля формы импульсов осциллографом (частота измеряется прибор В7-78/1), регистрируя показания ваттметра РЭ ( $P_{11}^0$  – средняя мощность импульсного излучения [Вт]), осциллографа ( $\tau_{11}^0$  – длительность импульса [с]), прибора В7-78/1 в режиме измерений частоты ( $f_{11}^0$  – частота повторения импульсов [Гц]), так же фиксируют остальные показания измери-

теля:  $P_{11}$  - средняя мощность импульсного излучения [Вт],  $\tau_{11}$  - длительность импульса [с],  $f_{11}$  - частота повторения импульсов [Гц]. Получают значение максимальной мощности импульса  $P_{и11}^0$  [Вт] по показаниям ваттметра РЭ, прибора В7-78/1 и осциллографа по формуле:

$$P_{и11}^0 = P_{11} / (\tau_{11} \cdot f_{11}) \quad (8)$$

6.3.2.3 Проводят операции по п. 6.3.2.2 еще 2 раза, регистрируя показания измерителя:  $P_{и11}$  - максимальная мощность импульса [Вт],  $P_{11}$  - средняя мощность импульсного излучения [Вт],  $\tau_{11}$  - длительность импульса [с],  $f_{11}$  - частота повторения импульсов [Гц] и показания ваттметра РЭ и осциллографа:  $P_{i1}^0$  - средняя мощность излучения [Вт],  $\tau_{i1}^0$  - длительность импульса [с],  $f_{i1}^0$  - частота повторения импульсов [Гц] ( $i$  - номер измерения). Получают соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{и11}^0$  [Вт] по формуле, аналогичной формуле (8).

6.3.2.4 Проводят операции по п. 6.3.2.2 и п. 6.3.2.3 на всех длинах волн градуировки для режима «Импульсный» при фиксированном значении максимальной мощности импульса в диапазонах от 1,5 до 5,0 Вт, от 15 до 20 Вт и от 40 до 50 Вт и при переходе на новый уровень мощности по возможности изменять длительность импульса и частоту повторения (в пределах допустимой регулировки используемого излучателя). Регистрируя соответствующие значения  $P_{иij}$  [Вт],  $P_{ij}^0$  [Вт],  $\tau_{ij}^0$  [с],  $f_{i1}^0$  [Гц],  $P_{ij}$  [Вт],  $\tau_{ij}$  [с],  $f_{i1}$  [Гц] получают соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{иij}^0$  [Вт] ( $i$  - номер измерения;  $j$  - порядковый номер головки или номер точки по шкале мощности).

6.3.2.5 Вычисляют значения разности показаний максимальной мощности импульса измерителя и вычисленных по формуле (8) значений по показаниям ваттметра РЭ  $\theta_{иij}$  [%], а так же значения разности показаний средней мощности по формулам:

$$\theta_{иij} = (1/3) \cdot \sum_{i=1}^3 \theta_{иij} \quad (9)$$

где:

$$\theta_{иij} = (P_{иij} - P_{иij}^0) / P_{иij}^0 \cdot 100 \% \quad (10)$$

$P_{иij}$  и  $P_{иij}^0$  - показания максимальной мощности импульса измерителя и вычисленные по формуле (8) значения по показаниям ваттметра РЭ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке [Вт]. Учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длине волны (п.п. 6.3.2.2 - 6.3.2.4).

$$\theta_j = (1/3) \cdot \sum_{i=1}^3 \theta_{иij} \quad (11)$$

где:

$$\theta_{ij} = (P_{ij} - P_{ij}^0) / P_{ij}^0 \cdot 100 \% \quad (12)$$

$P_{ij}$  и  $P_{ij}^0$  - показания средней мощности импульсного излучения измерителя и ваттметра РЭ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длительности импульса на каждой рабочей длине волны градуировки (п.п. 6.3.2.2 - 6.3.2.4) [Вт].



6.3.2.6 Рассчитывают погрешность градуировки по максимальной мощности импульса  $\theta_{ГМ}$  [%] и СКО  $S_M$  [%] по формулам:

$$\theta_{ГМ} = \max_j \{ |\theta_{ij}| \} \quad (13)$$

$$S_M = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^3 (\theta_{iij} - \theta_{ij})^2 / 2} \right\} \quad (14)$$

и по средней мощности импульсного излучения  $\theta_{Г}$  [Вт] и СКО  $S$  [Вт] по формулам:

$$\theta_{Г} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (15)$$

$$S = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^3 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 2} \right\} \quad (16)$$

6.3.2.7 К блоку управления измерителя подключают сферу фотометрическую СФ-Х/2 без устройства для установки сменной диафрагмы и ограничительного фильтра. Устанавливают максимальную мощность излучения на выходе излучающей головки порядка 35...50 Вт. Регистрируют показания измерителя без установленного ограничительного фильтра ( $P_{и}$  [Вт]) и с установленным ограничительным фильтром № N/1 ( $P_{и\phi 1}$  [Вт]), блок управления измерителя находится в режиме измерений без ограничительного фильтра.

6.3.2.8 Проводят операцию по п. 6.3.2.7, измеряя  $P_{и}$  [Вт],  $P_{и}^{\phi 1}$  [Вт] - показания измерителя с установленным ограничительным фильтром № N/1 и блок управления измерителя находится в режиме измерений с ограничительным фильтром на всех рабочих длинах волн градуировки.

6.3.2.9 Если на всех длинах волн градуировки показания  $P_{и}$  [Вт] и  $P_{и}^{\phi 1}$  [Вт] отличаются не более, чем на  $\pm 2$  единицы младшего разряда, то при дальнейших расчётах основной относительной погрешности измерений максимальной импульсной мощности, значения относительной погрешности градуировки в режиме с ограничительным фильтром № N/1 принимают такими же, как и при работе без ограничительного фильтра. Если это условие не выполняется, то результаты поверки оформляются в ограниченном объёме без использования ограничительных фильтров.

Диапазон измерений максимальной мощности импульса с ограничительным фильтром № N/1 будет определяться, как диапазон измерений без ограничительного фильтра, умноженный на отношение  $P_{и} / P_{и\phi 1}$ .

6.3.2.10 Проводят операции по п. 6.3.2.7 – п. 6.3.2.8 с ограничительным фильтром N/2, для чего регистрируют показания измерителя с ограничительным фильтра № N/1 ( $P_{и}^{\phi 1}$  [Вт]) и с установленным ограничительным фильтром № N/2 ( $P_{и}^{\phi 2}$  [Вт]).

6.3.2.11 Повторяют операцию по п. 6.3.2.10 на остальных длинах волн градуировки.

6.3.2.12 Если на всех длинах волн градуировки отношение показания  $P_{и}^{\phi 1}$  [Вт] и  $P_{и}^{\phi 2}$  [Вт] отличаются не более, чем на  $\pm 2$  единицы младшего разряда, то при дальнейших расчётах основной относительной погрешности измерений максимальной импульсной мощности, значения погрешности градуировки в режиме с ограничительным фильтром № N/2 принимают такими же, как и при работе без ограничительного фильтра. Если это условие не выполняется, то результаты поверки оформляются в ограниченном объёме без использования ограничительных фильтров.

Диапазон измерений максимальной мощности импульса с ограничительным фильтром № N/2 будет определяться, как диапазон измерений с ограничительным фильтром № N/1, умноженный на отношение  $R_{\text{ИФ1}} / R_{\text{ИФ2}}$  на соответствующей длине градуировки.

6.3.2.13 Вычисляют предел относительной погрешности измерений максимальной импульсной мощности измерителя  $\Delta_M$  [%] по формуле:

$$\Delta_M = 2 \cdot \sqrt{(\theta_{\text{ГМ}}^2 + \theta_{\text{У}}^2 + \theta_0^2 + \theta_{\text{т}}^2 + \theta_{\text{f}}^2)/3 + S_M^2} \quad (17)$$

где:

$\theta_0$  – предел допускаемой относительной погрешности при измерении средней мощности в рабочем спектральном диапазоне РЭ ( $\pm 3$  %), указанный в эксплуатационной документации на РЭ [%];

$\theta_{\text{ГМ}}$  – погрешность градуировки измерителя по максимальной мощности импульса, п. 6.3.2.6, формула (13) [%];

$S_M$  – СКО при определении погрешности градуировки по максимальной мощности импульса, п. 6.3.2.6, формула (14) [%];

$\theta_{\text{У}}$  – угловая неравномерность измерителя, п. 6.3.1.14, формула (6) [%];

$\theta_{\text{т}}$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения временных интервалов по экрану осциллографа ( $\pm 0,5$  %), указанный в эксплуатационной документации на осциллограф [%];

$\theta_{\text{f}}$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения частоты ( $\pm 0,01$  %), указанный в эксплуатационной документации на В7-78/1 [%].

6.3.2.14 Проводят операции по п. 6.3.2.1 – п. 6.3.2.13 с фотометрической сферой СФ-N/1 в диапазоне от 0,01 до 0,5 Вт без ограничительного фильтра, в диапазоне от 0,5 до 10 Вт с ограничительным фильтром № N/1, в диапазоне от 5 до 100 Вт с ограничительным фильтром № N/2.

**6.3.2.15 Измеритель считается прошедшим данную операцию поверки, если:**

- диапазон измерений максимальной мощности импульса в импульсном режиме для фотометрической сферы СФ-X/1, , составляет:
  - на рабочих длинах волн градуировки от 0,01 до 0,5 Вт без ограничительного фильтра;
  - на длине волны 850 нм от 0,5 до 30 Вт с ограничительным фильтром № N/1 и от 5 до 150 Вт с ограничительным фильтром № N/2;
- диапазон измерений максимальной мощности импульса в импульсном режиме на рабочих длинах волн градуировки для фотометрической сферы СФ-X/2, , составляет:
  - на рабочих длинах волн градуировки от 1 до 50 Вт без ограничительного фильтра;
  - на длине волны 850 нм с ограничительным фильтром № N/1 от 150 до 3000 Вт и с ограничительным фильтром № N/2 – от 400 до 9000 Вт;
- предел допускаемой относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса не более  $[12 + 0,05 \cdot (P_m / P_u - 1) \text{ \%}]$ , где:  $P_m$  [Вт] и  $P_u$  [Вт] соответственно конечное значение предела измерений и измеренное значение максимальной мощности импульса;
- длины волн градуировки находятся в диапазоне от 400 до 1000 нм при работе без ограничительного фильтра и в диапазоне от 700 до 1000 нм при работе с ограничительным фильтром.

**6.3.3 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5, частоты повторения оптических импульсов и средней мощности оптического излучения в импульсном режиме.**

6.3.3.1 В ваттметр РЭ от его источника импульсного излучения подают излучение с длительностью импульса по уровню 0,5 в диапазоне от 50 до 60 нс при минимально возможной частоте повторения, но не менее 30 Гц и по осциллографу, подключённому к каналу контроля формы импульса РЭ фиксируют значение длительности импульса по уровню 0,5 –  $\tau^0$  [с] и частоты –  $f^0$  [Гц], а затем подают излучение в оптический блок измерителя и фиксируют соответствующие показания длительности импульса по уровню 0,5 –  $\tau$  [с] и частоты –  $f$  [Гц].

6.3.3.2 Проводят операции по п. 6.3.3.1 еще 2 раза, регистрируя показания измерителя  $\tau_i$  [с],  $f_i$  [Гц] и осциллографа РЭ  $\tau_i^0$  [с],  $f_i^0$  [Гц] ( $i$  - номер измерения).

6.3.3.3 Проводят операции по п. 6.3.3.1 и по п. 6.3.3.2 при различных длительностях и частотах повторения импульса, чтобы получить фиксированные значения частот в диапазонах от 30 до 50 Гц, от 300 до 500 Гц, от 1300 до 1500 Гц, от 3000 до 4000 Гц, от 8000 до 10000 Гц, от 12000 до 15000 Гц, от 18000 до 23000 Гц, от 25000 до 30000 Гц (при произвольной длительности импульса) и набор фиксированных значений длительностей импульсов в диапазонах от 50 до 60 нс, от 150 до 200 нс, от 500 до 700 нс, от 1000 до 2000 нс, от 1000 до 8000 нс, от 9000 до 10000 нс (при произвольной частоте повторения импульсов), регистрируя показания измерителя  $\tau_{ij}$  [с],  $f_{ij}$  [Гц] и осциллографа РЭ  $\tau_{ij}^0$  [с],  $f_{ij}^0$  [Гц] ( $i$  - номер измерения  $j$  – номер точки при измерении частоты или длительности). Используются и результаты измерений  $\tau_i$  [с],  $f_i$  [Гц] и  $\tau_i^0$  [с],  $f_i^0$  [Гц], полученные при проведении п. 6.3.2.

6.3.3.4 Для исполнения «Т» второй канал осциллографа соединяют с разъёмом контроля формы импульса на измерителе. При выполнении операций по п. 6.3.3.1 - п. 6.3.3.3 одновременно с регистрацией показаний  $\tau_i$  [с] и  $\tau_i^0$  [с] по осциллографу регистрируют  $\tau_i^{\ominus}$  [с] - длительности электрического импульса по уровню 0,5 на выходе канала контроля формы импульса измерителя.

6.3.3.5 Вычисляют предел относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов измерителя:

$$\Delta_{\text{ч}} = \max_j \{ |\theta_{\text{ч}j}| \} \quad (19)$$

где:

$$\theta_{\text{ч}j} = (1/3) \sum_{i=1}^3 \theta_{\text{ч}ij} \quad (20)$$

$$\theta_{\text{ч}Aij} = (f_{ij} - f_{ij}^0) / f_{ij}^0 \cdot 100 \% \quad (21)$$

$f_{ij}$  и  $f_{ij}^0$  - показания частоты повторения импульсов измерителя и осциллографа, подключенного к ваттметру РЭ, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке (п. 6.3.3.3) [Гц].

6.3.3.6 Вычисляют предел относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5 измерителя по формуле:

$$\Delta_{\text{д}} = \max_j \{ |\theta_{\text{д}j}| \} \quad (22)$$

где:

$$\theta_{\text{д}j} = (1/3) \cdot \sum_{i=1}^3 \theta_{\text{д}ij} \quad (23)$$

$$\theta_{дij} = (\tau_{ij} - \tau_{ij}^0) / \tau_{ij}^0 \cdot 100 \% \quad (24)$$

$\tau_{ij}$  и  $\tau_{ij}^0$  - показания длительности импульса измерителя и осциллографа, подключенного к ваттметру РЭ, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке (п. 6.3.3.3) [с].

6.3.3.7 Вычисляют предел относительной погрешности измерений длительности электрического импульса по уровню 0,5 на выходе канала контроля формы импульса измерителя по формуле:

$$\Delta_{дэ} = \max_j \{ |\theta_{дэj}| \} \quad (25)$$

где:

$$\theta_{дэj} = (1/3) \sum_{i=1}^3 \theta_{дэij} \quad (26)$$

$$\theta_{дэij} = (\tau_{ij}^э - \tau_{ij}^0) / \tau_{ij}^0 \cdot 100 \% \quad (27)$$

$\tau_{ij}^э$  и  $\tau_{ij}^0$  - длительность электрического импульса на выходе канала контроля формы импульса измерителя и канала контроля формы импульса РЭ измеренная, осциллографом, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке (п. 6.3.3.3) [с].

6.3.3.8 Вычисляют значение относительной погрешности измерений средней мощности импульсного излучения по формуле:

$$\Delta_{и\text{ ср}} = 2 \cdot \sqrt{(\Delta_{м}^2 + \Delta_{д}^2 + \Delta_{ч}^2)/3} \quad (28)$$

где:

$\Delta_{м}$  – предел относительной погрешности измерений максимальной импульсной мощности измерителя, п. 6.3.2.13, формула (22) [%];

$\Delta_{д}$  – предел относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5 измерителя, п. 6.3.3.6, формула (22) [%];

$\Delta_{ч}$  – предел относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов измерителя, п. 6.3.3.5, формула (19) [%].

**6.3.3.9 Измеритель считается прошедшим данную операцию проверки, если:**

- диапазон измерений длительности импульса по уровню 0,5 составляет от 50 до 10000 нс;
- предел допускаемой относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5 не превышает 5 %;
- диапазон измерений частоты импульсов составляет от 30 до 30000 Гц;
- предел допускаемой относительной погрешности измерений частоты импульсов не превышает 1 %;
- относительная погрешность измерений средней мощности импульсного излучения  $\Delta_{и\text{ ср}}$  не превышает 17%.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в соответствии с Приложением А.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и (или) наносят знак поверки согласно приказа Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815, и прибор допускают к эксплуатации.

7.3 При отрицательных результатах поверки свидетельство о предыдущей поверке и (или) оттиск поверительного клейма аннулируют и выписывают “Извещение о непригодности” с указанием причин в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

Начальник лаборатории Ф-3

Савкин К.Б.

Старший научный сотрудник

Глазов А.И.

Инженер

Лушпа Я.А.

**Приложение А. Форма протокола поверки**

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.**

**поверки средства измерений**

**1. Общие данные о поверяемом средстве измерений**

Наименование: Измеритель мощности излучения ИМИ-03

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Дата изготовления: \_\_\_\_\_

Владелец: \_\_\_\_\_ ИНН \_\_\_\_\_

**2. Результаты поверки**

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
1 Внешний осмотр			
2 Опробование.			
3 Определение метрологических характеристик. 3.1 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерения средней мощности непрерывного оптического излучения (Режим измерений «Непрерывный»).			
3.2 Проверка диапазона измерений и основной относительной погрешности измерения максимальной импульсной мощности импульсного оптического излучения. (Режим измерений «Импульсный»).			

**3. Условия поверки:**

- температура окружающей среды \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_
- атмосферное давление \_\_\_\_\_

Поверка проведена в соответствии с методикой поверки № МП 064.ФЗ-18, утвержденной ФГУП ВНИИОФИ в 2018 г.

Срок очередной поверки: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Поверку проводил \_\_\_\_\_

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Выдал \_\_\_\_\_