

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»

Руководитель ГЦИ СИ



*Handwritten signature*

Н. П. Муравская

» 10

2011г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ИМИ-01**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**№ 15 - 2011**

Главный метролог

ФГУП «ВНИИОФИ»

*Handwritten signature*

В. П. Кузнецов

« 18 »

10

2011г.

2011г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ</b> .....	3
<b>2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ</b> .....	4
<b>3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	4
<b>4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ</b> .....	5
<b>5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ</b> .....	5
<b>6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ</b> .....	5
<b>6.1 Внешний осмотр</b> .....	5
<b>6.2 Опробование</b> .....	5
<b>6.3 Определение метрологических характеристик</b> .....	5
<b>6.3.1 Определение угловой неравномерности измерителя</b> .....	5
<b>6.3.2 Определение метрологических характеристик для режима измерений         параметров непрерывного и амплитудно-модулированного излучения</b> .....	6
<b>6.3.3 Определение метрологических характеристик для режима         измерений параметров импульсного излучения</b> .....	9
<b>7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ</b> .....	13
<b>Приложение 1. Форма протокола поверки</b> .....	14

Настоящая методика распространяется на рабочее средство измерений в соответствии с ГОСТ 8.275-2007 - измеритель мощности излучения ИМИ-01, далее – измеритель, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики
Внешний осмотр	6.1
Опробование	6.2
Определение метрологических характеристик	6.3
Определение угловой неравномерности измерителя	6.3.1
Определение метрологических характеристик для режима измерений параметров непрерывного и амплитудно-модулированного излучения	6.3.2
Определение относительной погрешности измерений средней мощности непрерывного излучения	6.3.2.1
Определение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса для амплитудно-модулированного излучения	6.3.2.2
Определение относительной погрешности измерений коэффициента заполнения для амплитудно-модулированного излучения	6.3.2.3
Определение относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов для амплитудно-модулированного излучения	6.3.2.4
Определение метрологических характеристик для режима измерений параметров импульсного излучения	6.3.3
Определение относительной погрешности измерений средней мощности в режиме импульсного излучения	6.3.3.1
Определение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса оптического излучения	6.3.3.2
Определение относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5	6.3.3.3
Определение относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов в режиме импульсного излучения	6.3.3.4

\* - Здесь и далее коэффициент заполнения определяется как величина, равная отношению длительности импульса к периоду повторения импульсов (выражается в %)

- При получении отрицательных результатов хотя бы одной операции поверка прекращается.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки применяют средства, указанные в табл.2.

Таблица 2

№ пункта методики	Наименование и тип средств поверки	Основные технические характеристики
6.3.2, 6.3.3	Установка для поверки фотометров лазерной терапевтической аппаратуры УПЛТ-М	Диапазон измеряемых значений средней мощности оптического излучения $1e-6 \dots 1$ Вт. Пределы допускаемого значения основной относительной погрешности измерений средней мощности на длинах волн калибровки $\pm 5,5\%$ ; Пределы допускаемого значения основной относительной погрешности измерений средней мощности в рабочем спектральном диапазоне $0,4 \dots 1,1$ мкм - $6,5\%$ . Время нарастания переходной характеристики преобразователя не более 35 нс.
6.2, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3	Аппарат лазерной терапии (АЛТ) «Мустанг 2000-2» с набором излучающих головок ЛО, КЛО, МСО, МЛЮ	Для непрерывных головок: Длины волн в диапазоне $0,4 \dots 0,98$ мкм. Средняя мощность в диапазоне $0,5 \dots 500$ мВт. Для импульсных головок: Длины волн (670, 808, 890) $\pm 10$ нм. Максимальная мощность импульса 100 Вт. Длительность импульса в диапазоне $50 \dots 200$ нс. Частота повторения в диапазоне $10 \dots 10000$ Гц.
6.3.2, 6.3.3	Осциллограф запоминающий цифровой Le-Croy WaveSurfer 422	Полоса пропускания 200 МГц. Среднеквадратическое значение погрешности измерений временных интервалов периодических сигналов 1,0 нс

**Примечание.** Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. Средства поверки должны быть исправны и иметь действующее свидетельство о поверке.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей оптических приборов в соответствии с правилами ПР 50.2.012-94, изучивших настоящую методику и руководства по эксплуатации ИМИ-01 и испытательного оборудования, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.

3.2 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ 12.1.031-81, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 и Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804-91.

## 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С.....20±5
- относительная влажность воздуха, %.....65±15
- атмосферное давление, кПа.....100±4
- напряжение питающей сети, В.....220±22;
- частота питающей сети Гц .....50±0,5

## 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Поверяемый измеритель, средства его поверки и вспомогательное оборудование подготавливают к работе в соответствии с их Руководством по эксплуатации.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют комплектность поверяемого измерителя. Комплектность должна соответствовать Руководству по эксплуатации.

6.1.2 При внешнем осмотре необходимо убедиться:

- в отсутствии видимых механических повреждений;
- в целостности кабелей и разъемов;
- в исправности органов управления.

**6.1.3 В случае обнаружения несоответствия комплектности, механических повреждений или неисправности кабелей, разъемов и органов управления измеритель к дальнейшим операциям поверки не допускается.**

### 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 мощности на выходе излучающей головки КЛЮ1 АЛТ в соответствии с Руководством по эксплуатации. Полученное значение должно быть не менее 3 мВт.

6.2.3 Идентификация программного обеспечения.

При проведении опробования проверяются идентификационные данные программного обеспечения.

Измерители признаются прошедшими поверку, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части программного обеспечения измерителей совпадают с данными, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программа микро-контроллера ИМИ-01	Ism2520_Ver129.hex	129	7E6AE790	CRC32

## 6.3 Определение метрологических характеристик

### 6.3.1 Определение угловой неравномерности измерителя

6.3.1.1 Подают на блок фотоприемника поверяемого измерителя излучение от головки МЛЮ2В АЛТ через гибкий световод, расположив его выходной разъем перпендикулярно входному окну. Регистрируют соответствующие показания блока регистрации  $P^0$ .

6.3.1.2 Поворачивают выходной разъем гибкого световода примерно на  $25^\circ$  и регистрируют показания поверяемого измерителя  $P_1$ .

6.3.1.3 Поворачивают выходной разъем гибкого световода примерно на  $50^\circ$  относительно начального перпендикулярного положения (п. 6.3.1.1) в той же плоскости, что и в п. 6.3.1.3, и регистрируют показания поверяемого измерителя  $P_2$ .

6.3.1.4 Проводят операции по п. 6.3.1.2 для  $70^\circ$ , а также для углов в той же плоскости, но в противоположном направлении наклона  $-25^\circ$ ,  $-50^\circ$  и  $-70^\circ$ , регистрируя соответствующие показания измерителя  $P_i$ ,  $i$  соответствует углу наклона разъема световода.

6.3.1.5 Проводят операции по п.п. 6.3.1.2-6.3.1.4 в плоскости, перпендикулярной выбранной первоначально в п. 6.3.1.2.

6.3.1.6 Определяют угловую неравномерность поверяемого измерителя  $\theta_y$  по формуле:

$$\theta_y = \max_i \{ |P_i - P^0| / P^0 \} \times 100\% \quad (1)$$

**6.3.1.7 Полученное значение угловой неравномерности  $\theta_y$  не должно превышать 13%.**

6.3.1.8 Полученное значение  $\theta_y$  используется в дальнейшем при расчете погрешностей измерений мощности, п.п. 6.3.2.1.7, 6.3.2.2.7, 6.3.3.1.9, 6.3.3.2.4.

## 6.3.2. Определение метрологических характеристик для режима измерений параметров непрерывного и амплитудно-модулированного излучения

### 6.3.2.1. Определение относительной погрешности измерений средней мощности непрерывного излучения

6.3.2.1.1. Измеряют мощность излучения на выходе излучающей головки КЛЮ1 АЛТ (длина волны 0,63 мкм) последовательно поверяемым измерителем в режиме непрерывного излучения и ваттметром установки для поверки фотометров лазерной терапевтической аппаратуры УПЛТ-М, регистрируя показания  $P_{i1}$  и  $P^0_{i1}$  соответственно.

6.3.2.1.2. Проводят операции по п. 6.3.2.1.1 еще 4 раза, регистрируя показания поверяемого измерителя  $P_{i1}$  и ваттметра УПЛТ-М  $P^0_{i1}$  ( $i$  - номер измерения).

6.3.2.1.3. Проводят операции по п.п. 6.3.2.1.1, 6.3.2.1.2 для других излучающих головок: МСО8 (0,40 мкм), МСО5 (0,53 мкм), КЛЮ2 (0,65 мкм), МЛЮ3 (0,98 мкм); для головки КЛЮ6 (0,81 мкм) операции проводят при значениях мощности 50, 100, 150, 200, 400 мВт. Регистрируют соответствующие показания  $P_{ij}$  и  $P_{ij}^0$  ( $i$  - номер измерения,  $i=1,2,3,4,5$ ,  $j$  - порядковый номер головки или номер точки по шкале мощности:  $j=1,2,\dots,N$ ,  $N=10$ ).

6.3.2.1.4. Вычисляют значения разности показаний поверяемого измерителя и ваттметра УПЛТ-М  $\theta_j$  по формуле:

$$\theta_j = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{ij} \quad (2)$$

где

$$\theta_{ij} = (P_{ij} - P_{ij}^0) / P_{ij}^0 \times 100\% \quad (3)$$

$P_{ij}$  и  $P_{ij}^0$  - показания поверяемого измерителя и ваттметра УПЛТ-М при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке (п. 6.3.2.1.3).

6.3.2.1.5. Рассчитывают значения погрешности градуировки в режиме непрерывного излучения  $\theta_{ГН}$  и СКО  $S_H$  по формулам:

$$\theta_{ГН} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (4)$$

$$S_H = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 4} \right\} \quad (5)$$

**6.3.2.1.6. Полученное значение погрешности градуировки  $\theta_{ГН}$  не должно превышать 13%.**

6.3.2.1.7. Вычисляют значение предела основной относительной погрешности измерений средней мощности поверяемого измерителя в режиме непрерывного излучения  $\Delta_H$  по формуле:

$$\Delta_H = 2 \sqrt{(\theta_{ГН}^2 + \theta_y^2 + \theta_0^2) / 3 + S_H^2} \quad (6)$$

где

$\theta_0$  - предел допускаемого значения основной относительной погрешности при измерении средней мощности в рабочем спектральном диапазоне УПЛТ-М (6,5%);

$\theta_{ГН}$  - погрешность градуировки измерителя в режиме непрерывного излучения, п. 6.3.2.1.5, формула 4;

$S_H$  - СКО при определении погрешности градуировки в режиме непрерывного излучения, п. 6.3.2.1.5, формула 5;

$\theta_y$  - угловая неравномерность измерителя, п. 6.3.1.6, формула 1.

**6.3.2.1.8. Полученное значение относительной погрешности в режиме непрерывного излучения  $\Delta_H$  (формула 6) не должно превышать 15%.**

**6.3.2.2 Определение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса для амплитудно-модулированного излучения**

6.3.2.2.1 Измеряют мощность излучения на выходе излучающей головки КЛЮ6 АЛТ (длина волны 0,81 мкм, амплитудно-модулированный режим, максимальная мощность импульса 400 мВт, частота 3000 Гц, коэффициент заполнения 50%) последовательно измерителем в

режиме измерений непрерывного и амплитудно-модулированного излучения и ваттметром УПЛТ-М с подключенным к каналу контроля формы импульсов осциллографом. Регистрируют показания измерителя:  $P_{A11}$  – максимальная мощность импульса,  $D_{11}$  – коэффициент заполнения,  $f_{11}$  – частота повторения импульсов; регистрируют показания ваттметра УПЛТ-М и осциллографа:  $P_{11}^0$  – средняя мощность излучения,  $\tau_{11}^0$  – длительность импульса,  $f_{11}^0$  – частота повторения импульсов. Получают значение максимальной мощности импульса по показаниям УПЛТ-М и осциллографа  $P_{A11}^0$  по формуле:

$$P_{A11}^0 = P_{11}^0 / (\tau_{11}^0 \times f_{11}^0) \quad (7)$$

Получают значение коэффициента заполнения по показаниям УПЛТ-М и осциллографа  $D_{11}^0$  по формуле:

$$D_{11}^0 = \tau_{11}^0 \times f_{11}^0 \times 100\% \quad (8)$$

6.3.2.2.2 Проводят операции по п. 6.3.2.2.1 еще 4 раза, регистрируя показания измерителя  $P_{Ai1}$ ,  $D_{i1}$ ,  $f_{i1}$  и показания ваттметра УПЛТ-М и осциллографа  $P_{i1}^0$ ,  $\tau_{i1}^0$ ,  $f_{i1}^0$  ( $i$  – номер измерения). Получают соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{Ai1}^0$  по формуле, аналогичной формуле 7, и значения коэффициента заполнения по показаниям УПЛТ-М и осциллографа  $D_{i1}^0$  по формуле, аналогичной формуле 8.

6.3.2.2.3 Проводят операции по п.п. 6.3.2.2.1, 6.3.2.2.2 при значениях мощности 50, 100, 150, 200 мВт. Регистрируют соответствующие показания  $P_{Aij}$ ,  $D_{ij}$ ,  $f_{ij}$ ,  $P_{ij}^0$ ,  $\tau_{ij}^0$ ,  $f_{ij}^0$  и получают значения  $P_{Aij}^0$  и  $D_{ij}^0$  ( $i$  – номер измерения:  $i=1,2,3,4,5$ ;  $j$  – порядковый номер точки по шкале мощности:  $j=1,2,\dots,5$ ).

6.3.2.2.4 Проводят операции по п.п. 6.3.2.2.1-6.3.2.2.3 при значениях частоты повторения импульсов 30 и 1500 Гц. Регистрируют соответствующие показания  $P_{Aij}$ ,  $D_{ij}$ ,  $f_{ij}$ ,  $P_{ij}^0$ ,  $\tau_{ij}^0$ ,  $f_{ij}^0$  и получают значения  $P_{Aij}^0$  и  $D_{ij}^0$  ( $i$  – номер измерения;  $j$  – порядковый номер точки по шкале частоты:  $j=6,7$ ).

6.3.2.2.5 Вычисляют значения разности показаний максимальной мощности импульса измерителя и вычисленных по формуле 7 значений по показаниям ваттметра УПЛТ-М  $\theta_j$  по формуле:

$$\theta_j = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{ij} \quad (9)$$

где

$$\theta_{ij} = (P_{Aij} - P_{Aij}^0) / P_{Aij}^0 \times 100\% \quad (10)$$

$P_{Aij}$  и  $P_{Aij}^0$  – показания максимальной мощности импульса измерителя и вычисленные по формуле 5 значения по показаниям ваттметра УПЛТ-М при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса и по шкале частоты (п.п. 6.3.2.2.1-6.3.2.2.4).

6.3.2.2.6 Рассчитывают значения погрешности градуировки по максимальной мощности импульса для амплитудно-модулированного излучения  $\theta_{\Gamma A}$  и СКО  $S_A$  по формулам:

$$\theta_{\Gamma A} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (11)$$

$$S_A = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 4} \right\} \quad (12)$$



6.3.2.2.7 Вычисляют значение предела относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса измерителя для амплитудно-модулированного излучения  $\Delta_A$  по формуле:

$$\Delta_A = 2 \sqrt{(\theta_{ГА}^2 + \theta_y^2 + \theta_0^2)/3 + S_A^2} \quad (13)$$

где:

$\theta_0$  – предел допускаемого значения относительной погрешности при измерении средней мощности в рабочем спектральном диапазоне УПЛТ-М (6,5%);

$\theta_{ГА}$  – погрешность градуировки измерителя по максимальной мощности импульса для амплитудно-модулированного излучения, п. 6.3.2.2.6, формула 11;

$S_A$  – СКО при определении погрешности градуировки по максимальной мощности импульса для амплитудно-модулированного излучения, п. 6.3.2.2.6, формула 12;

$\theta_y$  – угловая неравномерность измерителя, п.п. 6.3.1.6, формула 1.

**6.3.2.2.8. Полученное значение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса измерителя для амплитудно-модулированного излучения  $\Delta_A$  (формула 13) не должно превышать 15%.**

### **6.3.2.3 Определение относительной погрешности измерений коэффициента заполнения для амплитудно-модулированного излучения**

6.3.2.3.1 Вычисляют значение предела относительной погрешности измерений коэффициента заполнения для амплитудно-модулированного излучения по формуле:

$$\Delta_D = \max_j \{ |\theta_{Dj}| \} \quad (14)$$

где:

$$\theta_{Dj} = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{Dij} \quad (15)$$

$$\theta_{Dij} = (D_{ij} - D_{ij}^0) / D_{ij}^0 \times 100\% \quad (16)$$

$D_{ij}$  и  $D_{ij}^0$  – показания коэффициента заполнения измерителя и значения, полученные по показаниям осциллографа, подключенного к ваттметру УПЛТ-М, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса и по шкале частоты (п.п. 6.3.2.2.1-6.3.2.2.4).

**6.3.2.3.2. Полученное значение относительной погрешности измерений коэффициента заполнения для амплитудно-модулированного излучения  $\Delta_D$  (формула 14) не должно превышать 15%.**

### **6.3.2.4 Определение относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов для амплитудно-модулированного излучения**

6.3.2.4.1 Вычисляют значение предела относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов измерителя для амплитудно-модулированного излучения по формуле:

$$\Delta_{ЧА} = \max_j \{ |\theta_{ЧАj}| \} \quad (17)$$

где:

$$\theta_{\text{чАj}} = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{\text{чАij}} \quad (18)$$

$$\theta_{\text{чАij}} = (f_{ij} - f_{ij}^0) / f_{ij}^0 \times 100\% \quad (19)$$

$f_{ij}$  и  $f_{ij}^0$  - показания частоты повторения импульсов измерителя и осциллографа, подключенного к ваттметру УПЛТ-М, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса и по шкале частоты (п.п. 6.3.2.2.1-6.3.2.2.4).

6.3.2.4.2 Полученное значение относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов для амплитудно-модулированного излучения  $\Delta_{\text{чА}}$  (формула 17) не должно превышать 10%.

### 6.3.3. Определение метрологических характеристик для режима измерений параметров импульсного излучения

6.3.3.1 Определение относительной погрешности измерений средней мощности в режиме импульсного излучения

6.3.3.1.1 Измеряют мощность излучения на выходе излучающей головки ЛО1 АЛТ (длина волны 0,89 мкм, импульсный режим, максимальная мощность импульса 3-5 Вт, частота 3000 Гц) последовательно поверяемым измерителем в режиме импульсного излучения и ваттметром УПЛТ-М с подключенным к каналу контроля формы импульсов осциллографом. Регистрируют показания поверяемого измерителя:  $P_{11}$  - средняя мощность излучения,  $P_{и11}$  - максимальная мощность импульса,  $\tau_{11}$  - длительность импульса,  $f_{11}$  - частота следования импульсов; регистрируют показания ваттметра УПЛТ-М и осциллографа:  $P_{11}^0$  - средняя мощность излучения,  $\tau_{11}^0$  - длительность импульса,  $f_{11}^0$  - частота следования импульсов. Получают значение максимальной мощности импульса по показаниям УПЛТ-М и осциллографа  $P_{и11}^0$  по формуле:

$$P_{и11}^0 = P_{11}^0 / (\tau_{11}^0 \times f_{11}^0) \quad (20)$$

6.3.3.1.2 Проводят операции по п. 6.3.3.1.1 еще 4 раза, регистрируя показания поверяемого измерителя:  $P_{i1}$  - средняя мощность излучения,  $P_{иi1}$  - максимальная мощности импульса,  $\tau_{i1}$  - длительность импульса,  $f_{i1}$  - частота следования импульсов и показания ваттметра УПЛТ-М и осциллографа:  $P_{i1}^0$  - средняя мощность излучения,  $\tau_{i1}^0$  - длительность импульса,  $f_{i1}^0$  - частота следования импульсов. ( $i$  - номер измерения). Получают соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{иi1}^0$  по формуле, аналогичной формуле 7.

6.3.3.1.3 Проводят операции по п.п. 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2 для импульсных головок ЛО4, ЛО7 со значениями максимальной мощности импульса 15...20 Вт и 90...100 Вт, регистрируя соответствующие значения  $P_{ij}$ ,  $P_{иij}$ ,  $\tau_{ij}$ ,  $f_{ij}$ ,  $P_{ij}^0$ ,  $\tau_{ij}^0$ ,  $f_{ij}^0$  и получая соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{иij}^0$  ( $i$  - номер измерения,  $j$  - порядковый номер головки или номер точки по шкале мощности).

6.3.3.1.4 Проводят операции по п.п. 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2 для головки ЛО4 при значениях частоты следования импульсов 25, 600, 3000, 10000 Гц, регистрируя соответствующие значения  $P_{ij}$ ,  $P_{иij}$ ,  $\tau_{ij}$ ,  $f_{ij}$ ,  $P_{ij}^0$ ,  $\tau_{ij}^0$ ,  $f_{ij}^0$  и получая соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{иij}^0$  ( $i$  - номер измерения,  $j$  - порядковый номер точки по шкале частоты).

6.3.3.1.5 Проводят операции по п.п. 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2 для импульсных головок с длинами волн излучения 670 и 808 нм, регистрируя соответствующие значения  $P_{ij}$ ,  $P_{иij}$ ,  $\tau_{ij}$ ,  $f_{ij}$ ,  $P_{ij}^0$ ,  $\tau_{ij}^0$ ,  $f_{ij}^0$  и получая соответствующие значения максимальной мощности импульса  $P_{иij}^0$  ( $i$  - номер измерения,  $j$  - порядковый номер точки по длине волны).

6.3.3.1.6 Вычисляют значения разности показаний средней мощности в импульсном режиме поверяемого измерителя и ваттметра УПЛТ-М  $\theta_j$  по формуле:

$$\theta_j = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{ij} \quad (21)$$

где

$$\theta_{ij} = (P_{ij} - P_{ij}^0) / P_{ij}^0 \times 100\% \quad (22)$$

$P_{ij}$  и  $P_{ij}^0$  – показания средней мощности поверяемого измерителя и ваттметра УПЛТ-М при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длине волны (п.п. 6.3.3.1.1-6.3.3.1.5).

6.3.3.1.7 Рассчитывают значения погрешности градуировки по средней мощности в режиме импульсного излучения  $\theta_{ГИ}$  и СКО  $S_{И}$  по формулам:

$$\theta_{ГИ} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (23)$$

$$S_{И} = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 4} \right\} \quad (24)$$

**6.3.3.1.8 Полученное значение погрешности градуировки  $\theta_{ГИ}$  не должно превышать 13%.**

6.3.3.1.9 Вычисляют значение предела основной относительной погрешности измерений средней мощности поверяемого измерителя в режиме импульсного излучения  $\Delta_{И}$  по формуле:

$$\Delta_{И} = 2 \sqrt{(\theta_{ГИ}^2 + \theta_y^2 + \theta_0^2)/3 + S_{И}^2} \quad (25)$$

где

$\theta_0$  – предел допускаемого значения основной относительной погрешности измерений средней мощности в рабочем спектральном диапазоне УПЛТ-М (6,5%);

$\theta_{ГИ}$  – погрешность градуировки измерителя по средней мощности в режиме импульсного излучения, п. 6.3.3.1.7 формула 23;

$S_{И}$  – СКО при определении погрешности градуировки в режиме импульсного излучения, п. 6.3.3.1.7, формула 24;

$\theta_y$  – угловая неравномерность измерителя, п. 6.3.1.6, формула 1.

**6.3.3.1.10 Полученное значение относительной погрешности измерений средней мощности в режиме импульсного излучения  $\Delta_{И}$  (формула 25) не должно превышать 15%.**

### 6.3.3.2 Определение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса оптического излучения

6.3.3.2.1 Вычисляют значения разности показаний максимальной мощности импульса поверяемого измерителя и вычисленных в разделе 6.3.3.1 по формуле 20 значений по показаниям ваттметра УПЛТ-М  $\theta_j$  по формуле:

$$\theta_j = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{ij} \quad (26)$$

где

$$\theta_{ij} = (P_{Иij} - P_{Иij}^0) / P_{Иij}^0 \times 100\% \quad (27)$$

$P_{иij}$  и  $P_{иij}^0$  – показания максимальной мощности импульса поверяемого измерителя и вычисленные по формуле 20 значения по показаниям ваттметра УПЛТ-М при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длине волны (п.п. 6.3.3.1.1-6.3.3.1.5).

6.3.3.2.2 Рассчитывают значения погрешности градуировки по максимальной мощности импульса  $\theta_{ГМ}$  и СКО  $S_M$  по формулам:

$$\theta_{ГМ} = \max_j \{ |\theta_j| \} \quad (28)$$

$$S_M = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / 4} \right\} \quad (29)$$

6.3.3.2.3 Полученное значение погрешности градуировки  $\theta_{ГМ}$  не должно превышать 13%.

6.3.3.2.4 Вычисляют значение предела основной относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса поверяемого измерителя  $\Delta_M$  по формуле:

$$\Delta_M = 2 \sqrt{(\theta_{ГМ}^2 + \theta_y^2 + \theta_0^2)/3 + S_M^2} \quad (30)$$

где

$\theta_0$  – предел допускаемого значения основной относительной погрешности при измерении средней мощности в рабочем спектральном диапазоне УПЛТ-М (6,5%);

$\theta_{ГМ}$  – погрешность градуировки измерителя по максимальной мощности импульса, п. 6.3.3.2.2 формула 28;

$S_M$  – СКО при определении погрешности градуировки по максимальной мощности импульса, п. 6.3.3.2.2, формула 29;

$\theta_y$  – угловая неравномерность измерителя, п. 6.3.1.6, формула 1.

**6.3.3.2.5 Полученное значение относительной погрешности измерений максимальной мощности импульса  $\Delta_M$  (формула 30) не должно превышать 15%.**

**6.3.3.3. Определение относительной погрешности измерений длительности импульса по уровню 0,5**

6.3.3.3.1 Вычисляют значение предела относительной погрешности измерений длительности импульса по формуле:

$$\Delta_D = \max_j \{ |\theta_{Дj}| \} \quad (31)$$

где

$$\theta_{Дj} = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{Дij} \quad (32)$$

$$\theta_{Дij} = (\tau_{ij} - \tau_{ij}^0) / \tau_{ij}^0 \times 100\% \quad (33)$$

$\tau_{ij}$  и  $\tau_{ij}^0$  - показания длительности импульса поверяемого измерителя и осциллографа, подключенного к ваттметру УПЛТ-М, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длине волны (п.п. 6.3.3.1.1-6.3.3.1.5).

**6.3.3.3.2** Полученное значение относительной погрешности измерений длительности импульса  $\Delta_d$  (формула 31) не должно превышать 10%.

**6.3.3.4** Определение относительной погрешности измерений частоты повторения импульсов

6.3.3.4.1 Вычисляют значение предела относительной погрешности измерений частоты следования импульсов по формуле:

$$\Delta_{\text{ч}} = \max_j \{ |\theta_{\text{ч}j}| \} \quad (34)$$

где:

$$\theta_{\text{ч}j} = (1/5) \sum_{i=1}^5 \theta_{\text{ч}ij} \quad (35)$$

$$\theta_{\text{ч}ij} = (f_{ij} - f_{ij}^0) / f_{ij}^0 \times 100\% \quad (36)$$

$f_{ij}$  и  $f_{ij}^0$  - показания частоты следования импульсов поверяемого измерителя и осциллографа, подключенного к ваттметру УПЛТ-М, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке, причем учитываются точки по шкале максимальной мощности импульса, шкале частоты и по длине волны (п.п. 6.3.3.1.1-6.3.1.1.5).

**6.3.3.4.2** Полученное значение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов  $\Delta_{\text{ч}}$  (формула 34) не должно превышать 5%.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в соответствии с Приложением 1.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и (или) наносят оттиск поверительного клейма согласно ПР 50.2.006-94 “ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения”, 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 ПР 50.2.006-94.

## Приложение 1. Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011г.**

### поверки средства измерений

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

Наименование: Измеритель мощности излучения ИМИ-01

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Дата изготовления: \_\_\_\_\_

Владелец: \_\_\_\_\_ ИНН \_\_\_\_\_

**2. Результаты поверки**

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)

**3. Условия поверки:**

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

Поверка проведена в соответствии с методикой поверки № 15–2011, утвержденной ФГУП ВНИИОФИ в 2011г..

По результатам поверки средство измерения признано пригодным / непригодным к применению в качестве РСИ / РЭ в соответствии с \_\_\_\_\_.

Срок очередной поверки: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011г.

Поверку проводил \_\_\_\_\_

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011г.

Выдал \_\_\_\_\_