УДК 621.383.292.001.4 : 006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

УМНОЖИТЕЛИ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ

Методы измерения светового эквивалента шума тока анода от фонового светового потока

Photomultipliers. Methods of measuring light equivalent of anode current noise produced by luminous flux

ГОСТ 11612.7—83

Взамен ГОСТ 11612.7—75

ОКП 63 6700

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 мая 1983 г. № 2382 срок действия установлен

с 01.07.84
до 01.07.89

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектронные умножители (ФЭУ) с числом каскадов умножения более одного и устанавливает два метода косвенного измерения светового эквивалента шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока:

метод 1 — измерение светового эквивалента шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока при освещении фотокатода модулированным световым потоком;

метод 2 — измерение светового эквивалента шума тока анода от фонового светового потока при освещении фотокатода фоновым световым потоком.

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 11612.0—81.

Измерение электрических параметров следует проводить в нормальных климатических условиях по ГОСТ 20.57.406—81.

1. МЕТОД 1

1.1. Принцип измерения

1.1.1. Метод основан на сравнении среднего квадратического значения напряжения шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока, приведенного к полосе частот 1 Гц, со средним квадратическим значением напряжения первой гармоники сигнала ФЭУ при освещении фотокатода модулированным световым потоком от источника света А.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

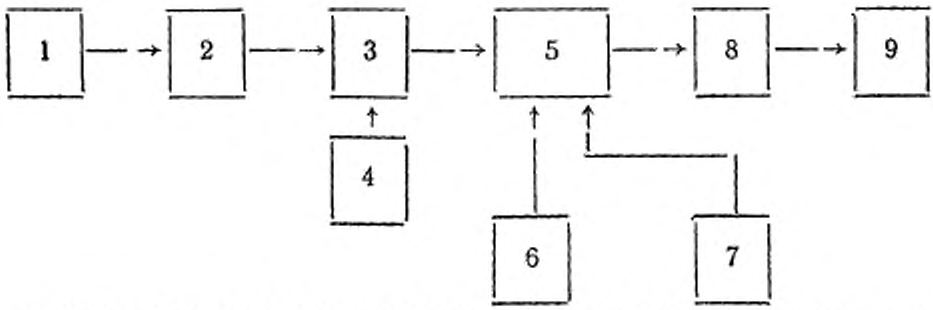
★

Переиздание. Июль 1986 г.

gost.e-ecolog.ru

1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерение следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.



1—источник света *А* с ослабителями светового потока, блоком питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—модулятор светового потока; *3*—оптический смеситель; *4*—источник фонового светового потока с ослабителями светового потока; *5*—светонепроницаемая камера с ФЭУ; *6*—источник питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима ФЭУ; *7*—амперметр; *8*—узкополосный усилитель переменного напряжения; *9*—вольтметр переменного тока.

Черт. 1

1.2.2. Требования к источнику света А, ослабителям светового потока, блоку питания и вольтметру контроля режима работы — по ГОСТ 11612.0—81.

Среднее квадратическое отклонение погрешности установления светового потока, падающего на фотокатод, не должно превышать:

5 % — в диапазоне 10^{-2} — 10^{-5} лм;

6 % » » 10^{-5} — 10^{-8} лм;

7 % » » 10^{-8} — 10^{-11} лм.

Закон распределения погрешности — нормальный.

При измерениях освещают рабочую поверхность фотокатода или ее участок, размеры которого должны быть указаны в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

1.2.3. Требования к модулятору светового потока.

Модулятор должен обеспечивать стопроцентную модуляцию светового потока.

Метод измерения коэффициента формы модулированного сигнала приведен в обязательном приложении 1 к ГОСТ 11612.6—83.

1.2.4. Требования к оптическому смесителю.

Оптический смеситель не должен изменять количественный и спектральный состав смешиваемых световых потоков.

При невозможности выполнения этих требований должны быть внесены соответствующие поправки с учетом типовой спектральной характеристики фотокатода ФЭУ.

1.2.5. Требования к источнику фонового светового потока по ГОСТ 11612.0—81, предъявляемым к источникам света с ненормированным спектральным составом излучения.

Источник фонового светового потока должен обеспечивать получение на фотокатоде ФЭУ светового потока, эквивалентного* заданному в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

Среднее квадратическое отклонение погрешности установления эквивалентного светового потока не должно превышать 7,5 %. Закон распределения погрешности — нормальный.

1.2.6. Требования к светонепроницаемой камере, источнику питания с делителем напряжения (или отдельные источники питания) и вольтметру контроля режима ФЭУ — по ГОСТ 11612.0—81.

1.2.7. Требования к амперметру по ГОСТ 11612.0—81.

Измерения следует проводить в последних 2/3 шкалы.

1.2.8. Требования к узкополосному усилителю переменного напряжения.

Отношение максимального входного сигнала к его номинальному значению при измерении среднего квадратического значения напряжения синусоидальной формы должно быть не менее 5 при отклонении от линейности не более ±5 %.

Номинальное значение входного сигнала усилителя должно быть указано в технической документации на него, утвержденной в установленном порядке.

Средняя частота полосы пропускания усилителя должна быть равна частоте модуляции светового потока.

Измерение эквивалентной полосы частот приведено в обязательном приложении 2 к ГОСТ 11612.6—83.

1.2.9. Требования к вольтметру переменного тока.

Вольтметр должен обеспечивать измерения напряжения шума с учетом усреднения показаний за время измерения с погрешностью, не выходящей за пределы ±15 %, а напряжения сигнала — ±10 %.

Рабочий диапазон частот вольтметра должен соответствовать частотному спектру шума на выходе усилителя.

Вольтметр должен обеспечивать измерение среднего квадратического значения напряжения шума, имеющего коэффициент амплитуды не менее 4.

1.3. Подготовка и проведение измерений

1.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, обеспечивающее световую анодную чувствительность, указанную в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

1.3.2 Устанавливают заданное в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов значение фонового светового потока, используя в качестве меры источника света по п. 1.2.2.

---

* Эквивалентными называют потоки от источника света А и от источника света с ненормированным спектральным составом излучения, вызывающие одинаковые токи анода (фотокатода) ФЭУ.

1.3.3. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока на выходе усилителя переменного напряжения.

1.3.4. Освещают фотокатод ФЭУ также модулированным световым потоком от источника света А, при котором среднее квадратическое напряжение первой гармоники сигнала на выходе усилителя превышает среднее квадратическое напряжение шума, измеренное по п. 1.3.3, более чем в 10 раз.

1.3.5. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения первой гармоники сигнала на выходе усилителя переменного напряжения.

1.4. Обработка результатов

Световой эквивалент шума тока анода от фонового светового потока $F_{sфн}$, в лм/Гц$^{1/2}$ следует рассчитывать по формуле

$$F_{sфн}=\frac{U_{ш.фн}\cdot\Phi}{U_c\cdot M\cdot\Delta f_{эвк}^{1/2}},$$

где $U_{ш.фн}$ — среднее квадратическое значение напряжения шума тока анода ФЭУ на выходе усилителя при освещении фотокатода фоновым световым потоком, В;

Φ — световой поток от источника света А, лм;

U_c — среднее квадратическое значение первой гармоники напряжения сигнала ФЭУ на выходе усилителя при освещении фотокатода модулированным световым потоком, В;

M — коэффициент формы модулированного сигнала;

$\Delta f_{эвк}$ — эквивалентная полоса частот, Гц.

1.5. Показатели точности измерения

Среднее квадратическое отклонение результата измерения светового эквивалента шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока при освещении фотокатода модулированным световым потоком не должно превышать 8 %.

Закон распределения погрешности — нормальный.

2. МЕТОД 2

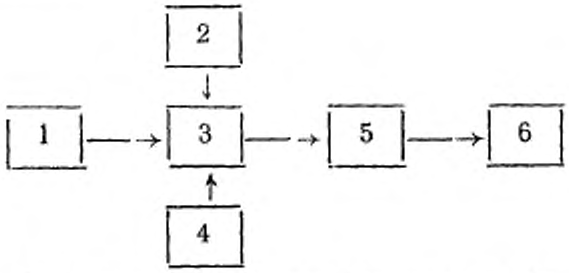
2.1. Принцип измерения

2.1.1. Метод основан на сравнении среднего квадратического значения шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока, приведенного к полосе частот 1 Гц, с фототоком анода ФЭУ при освещении фотокатода фоновым световым потоком.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 2.

2.2.2. Требования к источнику фонового светового потока, ослабителям светового потока, блоку питания, вольтметру контроля режима ФЭУ, светонепроницаемой камере, источнику питания



1—источник фонового светового потока с ослабителями светового потока, блоком питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—амперметр; *3*—светонепроницаемая камера с ФЭУ и резистором анодной нагрузки; *4*—источник питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима ФЭУ; *5*—широкополосный или узкополосный усилитель переменного напряжения; *6*—вольтметр переменного тока.

Черт. 2

ФЭУ с делителем напряжения (или отдельные источники питания) и вольтметру контроля режима ФЭУ — по пп. 1.2.2 и 1.2.6.

Примечание. Допускается в качестве источника света применять источник с ненормированным спектральным составом излучения, используя в качестве меры для его калибровки источник света А. Среднее квадратическое отклонение погрешности установления эквивалентного светового потока не должно превышать 7,5 %.

2.2.3. Относительная погрешность определения эквивалентного сопротивления анодной нагрузки ФЭУ, указываемого в технической документации на установку, утвержденной в установленном порядке, не должна выходить за пределы ±4 %.

Значение эквивалентного сопротивления определяется параллельно включенными сопротивлением резистора анодной нагрузки и активной составляющей входного сопротивления усилителя напряжения.

2.2.4. Требования к амперметру — по п. 1.2.7.

2.2.5. Требования к узкополосному усилителю переменного напряжения — по п. 1.2.8.

2.2.6. Требования к широкополосному усилителю переменного напряжения.

Погрешность определения коэффициента усиления, указываемого в эксплуатационной документации на усилитель, не должна выходить за пределы ±5 %.

Полоса пропускания измерительного тракта, включающего широкополосный усилитель и фильтр нижних частот, образованный анодной нагрузкой и емкостью анодной цепи ФЭУ, не должна превышать 1 кГц.

2.2.7. Требования к вольтметру переменного тока.

Вольтметр должен обеспечивать измерение напряжения шума с учетом усреднения показаний за время измерения с погреш-

ностью, не выходящей за пределы ±15 % на выходе узкополосного усилителя и ±10 % на выходе широкополосного усилителя.

Рабочий диапазон частот вольтметра должен соответствовать частотному спектру шума на выходе усилителя.

Вольтметр должен обеспечивать измерение среднего квадратического значения шума, имеющего коэффициент амплитуды не менее 4.

2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, обеспечивающее световую анодную чувствительность, указанную в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

2.3.2. Измеряют ток анода при отсутствии светового потока.

2.3.3. Устанавливают заданное в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов значение фонового светового потока.

2.3.4. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения шума при освещении фотокатода заданным световым потоком.

2.3.5. Измеряют ток анода при освещении фотокатода тем же световым потоком.

2.4. Обработка результатов

Световой эквивалент шума тока анода от фонового светового потока $F_{sфн}$ в лм/Гц$^{1/2}$ следует рассчитывать по формуле

$$F_{sфн} = \frac{U_ш \cdot Ф_{фн}}{K(I_а - I_{а.т}) \cdot R_{экв} \cdot \Delta f_{экв}^{1/2}},$$

где $Ф_{фн}$ — заданный фоновый световой поток, лм;

$U_ш$ — среднее квадратическое значение напряжения шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока на выходе усилителя, В;

$I_а$ — ток анода ФЭУ при освещении фотокатода фоновым световым потоком, А;

$I_{а.т}$ — ток анода ФЭУ при отсутствии фонового светового потока, А;

$R_{экв}$ — эквивалентное сопротивление анодной нагрузки ФЭУ, Ом;

$\Delta f_{экв}$ — эквивалентная полоса частот, Гц;

K — коэффициент усиления усилителя переменного напряжения.

2.5. Показатели точности измерения

Среднее квадратическое отклонение результата измерения светового эквивалента шума тока анода ФЭУ от фонового светового потока при освещении фоновым световым потоком при использовании широкополосного усилителя не должно превышать 6 %, а узкополосного 7 %.

Закон распределения погрешности — нормальный.

Изменение № 1 ГОСТ 11612.7—83 Умножители фотоэлектронные. Методы измерения светового эквивалента шума тока анода от фонового светового потока

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.04.88 № 1216

Дата введения 01.01.90

Наименование стандарта изложить в новой редакции: **«Фотоумножители. Методы измерения светового и спектрального эквивалента шума тока анода от фонового потока**

Photomultipliers. Measuring methods of light and spectral eguivalent of anode current noise produced by luminous flux».

Вводная часть. Заменить слова: «фотоэлектронные умножители» на «фотоумножители»;

дополнить словами: «и метод косвенного измерения спектрального эквивалента шума тока анода от фонового потока»;

дополнить абзацем (после третьего): «метод 3 — измерение спектрального эквивалента шума тока анода от фонового потока».

Стандарт дополнить методом — 3:

«3. Метод 3

3.1. Принцип измерения

3.1.1. Метод основан на измерении среднего квадратического значения напряжения шума тока анода от фонового потока, приведении полученного значения к полосе частот 1 Гц и определении по известному значению спектральной анодной чувствительности фотоумножителей эквивалентного ему монохроматического потока».

3.2. Аппаратура

3.2.1. Измерение проводят на установке, структурная схема которой приведена на чертеже.

3.2.2. Требования к источнику фонового потока — по ГОСТ 11612.0—81.

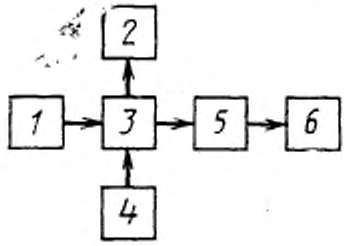
Спектр излучения источника фонового потока должен иметь общую спектральную область со спектральной характеристикой чувствительности фотокатода. Интенсивность должна регулироваться до получения потока излучения, эквивалентного фоновому потоку излучения на длине волн (λ), заданному в технических условиях на фотоумножители конкретных типов.

3.2.3. Требования к амперметру — по ГОСТ 11612.0—81.

3.2.4. Требования к светонепроницаемой камере — по ГОСТ 11612.0—81.

Относительная погрешность определения эквивалентного сопротивления анодной нагрузки фотоумножителя, указываемого в технической документации на установку, не должна выходить за пределы ± 4 %.

(Продолжение см. с. 374)



1—источник фонового потока с ослабителями светового потока, блоком питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—амперметр; *3*—светонепроницаемая камера с фотоумножителем и резистором анодной нагрузки; *4*—источник питания фотоумножителя с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима питания фотоумножителя; *5*—широкополосный или узкополосный усилитель переменного напряжения; *6*—вольтметр переменного тока

Значение эквивалентного сопротивления определяется параллельно включенными сопротивлением резистора анодной нагрузки и активной составляющей входного сопротивления усилителя переменного напряжения.

3.2.5. Требования к источнику питания фотоумножителя с делителем напряжения (или отдельным источником питания) — по ГОСТ 11612.0—81.

Погрешность измерения напряжения питания фотоумножителя не должна выходить за пределы ±0,5 %.

3.2.6. *Требования к узкополосному усилителю переменного напряжения*

Погрешность определения коэффициента усиления, указываемого в эксплуатационной документации на установку, не должна выходить за пределы ±5 %.

Отношение максимального входного сигнала к его номинальному значению при измерении среднего квадратического значения напряжения синусоидальной формы должно быть не менее 5 при отклонении от линейности ±5 %.

3.2.7. *Требования к широкополосному усилителю переменного напряжения*

Погрешность определения коэффициента усиления, указываемого в эксплуа-

(Продолжение см. с. 375)

тационной документации на усилитель, не должна выходить за пределы ±5 % в рабочем диапазоне входных сигналов.

Полоса пропускания измерительного тракта, включающего широкополосный усилитель и фильтр нижних частот, образованный анодной нагрузкой и емкостью анодной цепи фотоумножителя, не должна превышать 1 кГц.

3.2.8. Метод измерения эквивалентной полосы частот усилителя приведен в приложении 2 к ГОСТ 11612.6—83.

3.2.9. *Требования к вольтметру переменного тока*

Вольтметр должен обеспечивать измерение напряжения шума с учетом усреднения показаний за время измерения с погрешностью, не выходящей за пределы ±15 % на выходе узкополосного усилителя и ±10 % на выходе широкополосного усилителя. Рабочий диапазон частот вольтметра должен соответствовать частотному спектру шума на выходе усилителя. Вольтметр должен обеспечивать измерение среднего квадратического значения шума, имеющего коэффициент амплитуды* не менее 4.

3.3. Подготовка и проведение измерений

3.3.1. Рассчитывают значение фототока фотоумножителя ($I_{аф}$) в амперах по формуле

$$I_{аф}=S(\lambda)_{а}\cdot\Phi(\lambda)_{фн}, \qquad (1)$$

где $S(\lambda)_{а}$ — значение спектральной анодной чувствительности, указанное в стандартах или технических условиях на фотоумножители конкретных типов и измеренное по ГОСТ 11612.17—81, метод 1, А/Вт;

$\Phi(\lambda)_{фн}$ — значение фонового потока, указанное в стандартах или технических условиях на фотоумножители конкретных типов, Вт.

3.3.2. Устанавливают напряжение питания фотоумножителя, обеспечивающее спектральную анодную чувствительность, указанную в стандартах или технических условиях на фотоумножители конкретных типов.

---

* Коэффициент амплитуды — отношение максимального значения напряжения шума на протяжении заданного интервала времени к его среднему квадратическому значению.

(Продолжение см. с. 376)

3.3.3. Облучают фотокатод таким фоновым потоком, чтобы значение фототока анода стало равным значению, определенному по п. 3.3.1.

3.3.4. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения шума тока анода фотоумножителя от фонового потока на выходе усилителя переменного напряжения.

3.4. Обработка результатов

3.4.1. Спектральный эквивалент шума тока анода от фонового потока ($F(\lambda)_{фн}$) в ваттах на герц в степени 1/2, рассчитывают по формуле

$$F(\lambda)_{фн} = \frac{U_{ш.фн}}{K \cdot R_{экв} \cdot S(\lambda)_а \cdot \Delta f_{экв}^{\frac{1}{2}}}, \qquad (2)$$

где $U_{ш.фн}$ — среднее квадратическое значение напряжения шума тока анода фотоумножителя от фонового потока на выходе усилителя переменного напряжения, В;

K — коэффициент усилителя переменного напряжения;

$R_{экв}$ — эквивалентное сопротивление анодной нагрузки фотоумножителя, Ом;

$S(\lambda)_а$ — значение спектральной анодной чувствительности фотоумножителя, указанное в п. 3.3.1, А/Вт;

$\Delta f_{экв}$ — эквивалентная полоса частот усилителя, Гц.

3.5. Показатели точности измерения

3.5.1. Относительная погрешность измерения спектрального эквивалента шума тока анода от фонового потока не должна выходить за пределы ±23 % при использовании широкополосного и ±27 % при использовании узкополосного усилителя с установленной вероятностью 0,95.

Закон распространения погрешности — нормальный».

(ИУС № 7 1988 г.)

gost.e-ecolog.ru